

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

MARIA NÁGILA FERREIRA DA COSTA

***Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung SOB DIFERENTES DENSIDADES DE
PLANTIO E FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

RECIFE

2024

MARIA NÁGILA FERREIRA DA COSTA

***Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung SOB DIFERENTES
DENSIDADES DE PLANTIO E FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia

Orientadora: Profa. Dra. Mércia Virginia
Ferreira dos Santos

Coorientadores: Prof. Dr. Márcio Vieira da
Cunha
Prof. Dr. Albericio Pereira de
Andrade

RECIFE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C837d Costa, Maria Nágila Ferreira da
Desmanthus pernambucanus (L.) Thellung SOB DIFERENTES DENSIDADES
DE PLANTIO E FREQUÊNCIAS DE COLHEITA / Maria Nágila Ferreira da Costa. -
2024.

100 f. : il.

Orientadora: Mercia Virginia Ferreira dos Santos.
Inclui referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2024.

1. composição bromatológica. 2. espaçamento de plantio. 3. idade de corte. 4. leguminosa
nativa. 5. produção de gases. I. Santos, Mercia Virginia Ferreira dos, orient. II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

***Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung SOB DIFERENTES
DENSIDADES DE PLANTIO E FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

Tese elaborada por

MARIA NÁGILA FERREIRA DA COSTA

Aprovada em 01.07.2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco–UFRPE
Departamento de Zootecnia
(Orientadora)

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco-UFAPE

Profª. Dra. Carolina Etienne de Rosália e Silva Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco–UFRPE

Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Junior
Universidade da Flórida

Prof. Dr. Valdson José da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco–UFRPE
Departamento de Zootecnia

Aos meus pais, Roseli da Costa e Silva e Antoneide Ferreira da Costa, e a minha filha Maria Emanuela da Costa Camará e meu esposo Abner de Castro Camará, por todo amor incondicional, apoio e incentivo.

A vocês minha eterna gratidão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque sem Ele nada somos;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À toda a equipe da Estação Experimental de Cana-de-açúcar pertencente à UFRPE, pelo espaço físico e apoio durante a realização do experimento.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa durante a maior parte do curso de doutorado, bem como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa atual, código de financiamento 001.

À professora Mércia Virginia Ferreira dos Santos, por sua orientação ao longo do curso de doutorado e toda a sua dedicação, seu apoio e sua compreensão.

Aos meus coorientadores, Prof. Márcio Vieira da Cunha e Prof. Albericio Pereira de Andrade, pela dedicação, disponibilidade e conselhos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ-UFRPE), pelo esforço de nos transmitir seus conhecimentos e experiências.

Aos colegas de equipe da pesquisa, as PIBICs, Mariane Souza e Thamyres Oliveira, pela ajuda de diferentes formas.

Aos colegas da Pós-Graduação, Dayanne Camelo, Natália Viana, Telma Rodrigues, Maria Aline Mota, Rita Manso, Luciana Damas, Wiliane Diniz, Italvan Macedo, Lorrane Ferreira, Leticia Nascimento e Leandro Moreira, pelos momentos inesquecíveis e por todo o conhecimento compartilhado, em especial Daniel Bezerra, por toda a ajuda e todo o apoio nas análises de produção de gás.

A todos os que contribuíram para a realização da análise de produção de gás. Ao Prof. Evaristo Jorge Oliveira de Souza que não mediu esforços para conseguir o reagente necessário para a análise; à Claudenilde Pinheiro, por tanta mobilização para que o reagente viesse de Serra Talhada para Recife; à Claudenice Barbosa, por prontamente levar as amostras para Garanhuns; ao grupo de pesquisa Rumiáridas da UFPE, pela

disponibilidade para a realização da análise de produção de gás; e à Rayanne Thalita de Almeida, por ajudar na tabulação dos dados e estatística. Foi de suma importância a ajuda de vocês, sem a qual não conseguiria concluir essa etapa da tese.

A todos os funcionários da UFRPE, pela disponibilidade e apoio durante todos os anos de convivência.

Aos meus amigos e familiares que estiveram torcendo e contribuindo para a conclusão desta etapa, em especial aos meus pais Antoneide e Roseli Costa que não mediram esforços para me ajudar nas muitas vezes em que achei que não conseguiria. Ao meu esposo, Abner Camará que esteve ao meu lado dando força nesta etapa da minha profissão. À minha filha amada Maria Emanuela, que mesmo sem entender os porquês da vida, deu-me forças para seguir. Em cada sorriso, dava-me ânimo e coragem, principalmente quando pensava em desistir.

À banca examinadora desta tese, pelas correções e sugestões que contribuíram para complementar este trabalho.

Eu tudo posso naquele que me fortalece
Filipenses 4,13

RESUMO

As plantas forrageiras da família das Fabáceas são importantes fontes de proteína para a alimentação animal. Além do que, a utilização de leguminosas nativas promovem sustentabilidade para o sistema pecuário, considerando que são plantas ecologicamente adaptadas à região com alta irregularidade de chuvas. A frequência de colheita e a densidade de plantio são considerados manejos que interferem diretamente no desenvolvimento da planta forrageira. Objetivou-se avaliar densidades de plantio (10.000, 15.625, 40.000 plantas.ha⁻¹) e frequências de colheita (90 e 150 dias) sobre características morfológicas, produtivas, valor nutritivo e cinética ruminal da Jureminha (*D. pernambucanus* L. Thellung) em diferentes épocas do ano. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, sob delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As densidades de plantio foram avaliadas nas parcelas e as frequências de colheita nas subparcelas. Aplicada a intensidade de colheita de 20 cm, foram realizadas onze colheitas aos 90 dias e sete colheitas aos 150 dias. Foram avaliadas características morfológicas, produtivas, valor nutritivo e a produção de gás, em épocas secas e chuvosas, durante três anos consecutivos. As densidades de plantio não afetaram as características morfológicas, produtivas e o valor nutritivo da Jureminha. Na frequência de 150 dias, na época chuvosa, as plantas apresentaram maior altura (106 cm), comprimento de ramo (54 cm), número de folhas por ramos (10), comprimento de folha (6 cm), largura de folha (5 cm), área foliar (29 cm²), número de folíolos (6), diâmetro de ramo (0,31 cm) e sobrevivência (72%) em relação à época seca. Maior produção de matéria seca por planta (68 g.MS.planta), produção de ramos (738 kg MS.ha⁻¹.corte), produção de forragem (1.333 kg MS.ha⁻¹.corte) e taxa de produção diária (12 kg MS dia⁻¹) foram observadas aos 150 dias de crescimento. Na frequência de 90 dias e na época chuvosa, observou-se maior relação folha/ramo (0,58) e relação folha/vagem (0,29). Observou-se efeito isolado das épocas de colheitas, tendo a forragem na época chuvosa apresentado maior teor de proteína bruta (213 g.kg⁻¹MS) e a fração B1+B2 da proteína. Entretanto, a matéria seca, hemicelulose, carboidratos totais e fração A e C da proteína, foram menores nessa época. Na frequência de 150 dias, durante a época chuvosa, observou-se maior volume de gás pela fermentação dos carboidratos não fibrosos (28 mL) e fibrosos (64 mL), taxas de fermentação dos carboidratos não fibrosos (0,058 %.h⁻¹) e fibrosos (0,017 %.h⁻¹), lag time (5h) e produção total de gases (4 mL.g⁻¹ MS). A forragem de plantas sob densidades de plantio 10.000 plantas.ha⁻¹, na época chuvosa, apresentou menor volume de gases produzidos pela degradação dos carboidratos não fibrosos. As características

morfológicas e produtivas foram favorecidas pelas frequências de colheita de 150 dias, na época chuvosa, não havendo diferença na produção anual. O valor nutritivo e os parâmetros da cinética ruminal, foram melhores na frequência de 150 dias, e as densidades de plantio não afetam as características qualitativas da Jureminha.

Palavras-chave: composição bromatológica; espaçamento de plantio; idade de corte; leguminosa nativa; produção de gases.

ABSTRACT

Forage plants from the Fabaceae family are important sources of protein for animal feed. In addition, the use of native legumes promotes sustainability for the livestock system, considering that they are plants ecologically adapted to the region with high rainfall irregularity. Harvesting frequency and planting density are considered to be managements that directly interfere with the development of the forage plant. The aim was to evaluate planting densities (10,000; 15,625; 40,000 plants.ha⁻¹) and harvesting frequencies (90 and 150 days) on the morphological and production characteristics, nutritional value and rumen kinetics of Jureminha (*D. pernambucanus* L. Thellung) at different times of the year. The experiment was conducted in subdivided plots, under a randomized block design, with four replications. Planting densities were evaluated in the plots and harvesting frequencies in the subplots. The harvesting intensity of 20 cm was applied and eleven harvests were carried out at 90 days and seven at 150 days. Morphological and production characteristics, nutritional value and gas production were evaluated in the dry and rainy seasons over three consecutive years. The planting densities did not affect the morphological and productive characteristics or the nutritional value of Jureminha. At the 150-day frequency, in the rainy season, the plants showed greater height (106 cm), branch length (54 cm), number of leaves per branch (10), leaf length (6 cm), leaf width (5 cm), leaf area (29 cm²), number of leaflets (6), branch diameter (0.31 cm) and survival (72%), compared to the dry season. The highest dry matter production per plant (68 g.DM.plant), branch production (738 kg DM.ha⁻¹.cut), forage production (1,333 kg DM.ha⁻¹.cut) and daily production rate (12 kg DM day⁻¹) were observed at 150 days of growth. At the 90-day frequency and in the rainy season, the highest leaf-to-stalk ratio (0.58) and leaf-to-pod ratio (0.29) were observed. There was an isolated effect of the harvest times, with the forage in the rainy season having the highest crude protein content (213 g.kg⁻¹DM) and the B1+B2 protein fraction. However, dry matter, hemicellulose, total carbohydrates and the A and C fractions of protein were lower in this season. At the 150-day frequency, during the rainy season, there was a greater volume of gas from the fermentation of non-fibrous (28 mL) and fibrous (64 mL) carbohydrates, fermentation rates of non-fibrous (0.058 %.h⁻¹) and fibrous (0.017 %.h⁻¹) carbohydrates, lag time (5h) and total gas production (4 mL.g⁻¹ DM). Forage from plants planted at densities of 10,000 plants.ha⁻¹ in the rainy season had a lower volume of gases produced by the degradation of non-fibrous carbohydrates. Morphological and production characteristics were favored by harvesting frequencies of 150 days in the rainy season, with no difference in annual

production. The nutritional value and rumen kinetics parameters were better at the 150-day frequency, and the planting densities did not affect the qualitative characteristics of Jureminha.

Keywords: bromatological composition; cutting age; gas production; native legumes; planting spacing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1	Pág.
Figura 1. Jureminha [<i>Desmanthus pernambucanus</i> (L.) Thellung] (A) Arquitetura da planta; (B) Ramo, folha e meristema apical; (C) Folha e folíolos; (D) Inflorescência.....	21
Figura 2. Jureminha [<i>Desmanthus pernambucanus</i> (L.) Thellung] plantada sob densidade de 10.000 plantas.ha ⁻¹ (A) e 40.000 plantas.ha ⁻¹ (B), Carpina-PE.....	27
Figura 3. Jureminha [<i>Desmanthus pernambucanus</i> (L.) Thellung] aos 90 dias de idade nas épocas chuvosa e seca (A) e aos 150 dias nas épocas chuvosa e seca (B), em Carpina-PE.....	31
 Capítulo 2	
Figura 1. Localização do experimento dentro da Estação Experimental de Cana-de-açúcar- UFRPE, Carpina-PE.....	43
Figura 2. Linha do tempo das colheitas realizadas ao longo do período experimental, nas frequências de colheita 90 (A) e 150 dias (B), bolinha vermelhas época seca e as azuis época chuvosa.	45
Figura 3. Temperaturas média e umidade relativa do ar e Precipitação pluviométrica no período de abril de 2021 a abril de 2024, nas frequência de colheita 90 (A) e 150 dias (B), na Estação Experimental Cana-de-açúcar de Carpina (EECAC/UFRPE).....	45
Figura 4. Taxa e sobrevivência (%) da Jureminha conforme épocas do ano e frequências de colheita e densidade de plantio.....	52
 Capítulo 3	
Figura 1. Precipitação pluviométrica e balanço hídrico no período de abril de 2021 a abril de 2024, na Estação Experimental Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC/UFRPE).....	71
Figura 2. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (mL) da Jureminha nas épocas de colheita e densidade de plantio.....	85

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2	Pág.
Tabela 1. Características morfológicas da Jureminha em função da densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	49
Tabela 2. Características morfológicas da Jureminha em função da interação entre e épocas do ano e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	50
Tabela 3. Características produtivas da Jureminha em função da densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	53
Tabela 4. Características produtivas da Jureminha em função da interação entre e épocas do ano e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	54
Tabela 5. Produção anual da Jureminha em função das frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	55
Tabela 6. Produção anual da Jureminha em função das densidades de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	56
Capítulo 3	
Tabela 1. Valor nutritivo da forragem da Jureminha em função da frequência de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	76
Tabela 2. Valor nutritivo da forragem da Jureminha em função da densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	77
Tabela 3. Valor nutritivo da forragem da Jureminha em função da épocas, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	78
Tabela 4. Matéria seca e Fibra em detergente neutro da Jureminha em função da interação entre as épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	79
Tabela 5. Fracionamento de carboidratos da Jureminha em função das épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	79
Tabela 6. Fracionamento de carboidratos da Jureminha em função das densidades de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	80
Tabela 7. Fracionamento de proteína da Jureminha em função das épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	80
Tabela 8. Fracionamento de proteína da Jureminha em função as densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	81
Tabela 9. Concentração de taninos condensados e fenóis totais da Jureminha em função das	

épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	81
Tabela 10. Concentração de taninos condensados e fenóis totais da Jureminha m função as densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	81
Tabela 11. Cinética ruminal da Jureminha em função das densidades de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	82
Tabela 12. Cinética ruminal da Jureminha função da interação entre das épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.....	83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1	19
REVISÃO DE LITERATURA	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Potencial forrageiro do gênero <i>Desmanthus</i>	20
2.2 Efeito da densidade de plantio na morfologia, produção e valor nutritivo do <i>Desmanthus pernambucanus</i> L. Thellung.....	26
2.3 Efeito da frequência de colheita na morfologia, produção e valor nutritivo do <i>Desmanthus pernambucanus</i> L. Thellung.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO 2	40
ALTA DENSIDADE DE PLANTIO E BAIXA FREQUÊNCIA DE COLHEITA AUMENTAM A PRODUTIVIDADE do <i>Desmanthus pernambucanus</i> L. Thellung NA ÉPOCA CHUVOSA	40
1. INTRODUÇÃO	42
2. MATERIAIS E MÉTODOS	44
2.1 Local do experimento, tratamentos e delineamento experimental	44
2.2 Estabelecimento do experimento e coletas	45
2.3 Avaliações morfológicas	47
2.4 Avaliações produtivas	47
2.5 Análise estatística	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.1 Resultados	49
3.1.1 Características morfológicas	49
3.1.2 Características produtivas.....	52
3.2 Discussão	56
4. CONCLUSÕES.....	61
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
CAPÍTULO 3	65
INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTIO E FREQUÊNCIA DE COLHEITA NO VALOR NUTRITIVO E CINÉTICA RUMINAL DA <i>Desmanthus pernambucanus</i> (L.) Thellung.....	65
1. INTRODUÇÃO	67
2. MATERIAIS E MÉTODOS	70
2.1 Local do experimento, tratamentos e delineamento experimental	70
2.2 Estabelecimento do experimento e coletas	70
2.3 Valor nutritivo.....	72

2.4 Fracionamento de carboidratos e proteínas.....	72
2.5 Digestibilidade <i>in vitro</i>	73
2.6 Determinação de metabólitos secundários	73
2.7 Análise da cinética ruminal.....	74
2.8 Análise estatística	75
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
3.1 Resultados	76
3.1.1 Valor nutritivo.....	76
3.1.2 Fracionamento dos carboidratos	79
3.1.3 Fracionamento de proteínas	80
3.1.4 Metabolitos secundários	81
3.1.5 Cinética ruminal	82
3.2 Discussão	85
4. CONCLUSÕES.....	93
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de alimentos e a busca de formas mais sustentáveis de produção, principalmente para o setor agropecuário, tem requerido técnicas produtivas que promovam benefícios econômicos e ambientais (BARBOZA et al., 2024). O uso de forrageiras adaptadas a ambientes secos, como as leguminosas, passa a ser uma opção para o cenário pecuário desejável. Além disso, elas apresentam teor de proteína bruta acima do valor médio das gramíneas e produção de biomassa relativamente alta (SILVA et al., 2022).

As leguminosas podem aumentar a oferta de nitrogênio e os rendimentos de outras culturas, possibilitando a produção de forragem de melhor qualidade. O uso de leguminosas representa uma tecnologia útil que pode intensificar e melhorar de forma sustentável os meios de subsistência de produtores rurais, principalmente em regiões de clima tropical e com baixo aporte de chuvas (BELL et al., 2022).

Leguminosas forrageiras têm sido utilizadas como fonte de nitrogênio, devido a relações simbióticas com microrganismos diazotróficos, permitindo a fixação biológica de nitrogênio (N) (DINIZ et al., 2021). Essa interação simbiótica leva ao acúmulo de N nos tecidos vegetais e ao aumento do teor (15-25%) de proteína bruta (CASTRO-MONTOYA; DICKHOEFER, 2020), melhorando o valor nutritivo da forragem a ser consumida pelos ruminantes (MPANZA; HASSEN, 2023). Além disso, a ingestão de forragem com melhor qualidade nutricional reduz a produção de metano entérico (SCHILDE et al., 2021).

As leguminosas não contribuem apenas em termos de produção de alimentos, mas podem proporcionar diversos benefícios ecossistêmicos, que incluem: fonte de alimento para insetos polinizadores ou outros herbívoros, adubo verde, sequestro de carbono (GUAN et al., 2016), recuperação de áreas degradadas (RESENDE et al., 2013) ou improdutivas (MEDEIROS et al., 2022), ciclagem de nutrientes (MUIR et al., 2019), melhoria da qualidade do solo, aumento da produção de forragem, diminuição da utilização de fertilizantes nitrogenados (ŠIDLAUSKAITĖ et al., 2022) e mitigação do CH₄ (FAGUNDES et al., 2020). Tais características colocam as leguminosas com papel importante nas perspectivas futuras do agronegócio brasileiro.

Exemplo de leguminosas forrageiras tropicais perenes são as espécies do gênero *Desmanthus*. Elas ocorrem em toda a América (LUCKOW, 1993) e têm grande potencial para melhorar a produção animal, ante as suas características nutricionais e adaptação ecológica à seca. As espécies desse gênero ocorrem naturalmente no Semiárido brasileiro, sendo forrageiras

colhidas pelos animais em pastejo ou por corte manual, podendo ser ingeridas *in natura* ou conservadas na forma de feno (DINIZ et al., 2021).

As práticas de manejo podem melhorar a persistência, o acúmulo e a qualidade da forragem produzida pelas espécies nativas. A densidade de plantio determina a eficiência do uso de recursos naturais, como nutrientes, água e luz, alterando a morfologia e regulando a persistência e a produtividade (MEDEIROS et al., 2022).

O rendimento e a qualidade de leguminosas forrageiras perenes dependem de práticas de manejo, como, por exemplo, a intensidade de corte (MEDEIROS et al., 2022) e a frequência de colheita (JUSTES et al., 2002). Isso devido ao seu impacto na velocidade de crescimento da leguminosa e, conseqüentemente, na produção e qualidade da forragem colhida (SILVA NETO et al., 2024). Com isso, estudos com algumas leguminosas forrageiras sob efeito da frequência de colheita sugeriram que a intensificação da colheita aumenta a produtividade sem afetar o valor nutritivo (ECKBERG et al., 2022; SILVA et al., 2022).

A qualidade da forragem é um aspecto de grande relevância no consumo e desempenho animal. A técnica de produção de gás *in vitro* é uma forma de avaliação da cinética ruminal, por meio de parâmetros de fermentação do alimento no ambiente ruminal (SILVA, 2022). Assim, as condições experimentais visam simular o ambiente ruminal por intermédio do ajuste da temperatura, da pressão osmótica, da anaerobiose e do pH próximo aos padrões ruminais, representando condições ideais de fermentação (AMANZOUGARENE; FONDEVILA, 2020).

A hipótese deste trabalho é que as características morfológicas, produtivas, valor nutritivo e cinética ruminal do *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung podem ser modificadas pela frequência de corte e espaçamento entre plantas. Assim, objetivou-se avaliar o impacto da frequência de colheita e a densidade de plantio sobre características morfológicas, produtivas, qualitativas e cinética ruminal de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung em diferentes épocas do ano.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Potencial forrageiro do gênero *Desmanthus*

O *Desmanthus* é um gênero da família *Fabaceae* (syn. *Leguminosae*) que inclui cerca de 24 espécies, espontaneamente disseminadas em regiões tropicais e subtropicais das Américas, capazes de tolerar secas severas (FORNASERO et al., 2014, RANGEL et al., 2015). Tais características as tornam alternativas promissoras para impulsionar a produção animal (MWANGI et al., 2019), especialmente em regiões que passam por secas frequentes, como o Semiárido brasileiro.

O *Desmanthus* é uma leguminosa tropical vigorosa, bem adaptada a diferentes condições edafoclimáticas, que pode sobreviver e persistir em condições adversas (MWANGI et al., 2021). Sobrevive com apenas 300 mm de precipitação anual (COOK et al., 2022) e prospera com 500 a 1000 mm de precipitação média anual (GARDINER; BURT, 1995, JONES; BRANDON, 1998). São plantas adaptadas a regiões tropicais úmidas, com variação de temperatura média anual entre 22 a 28° C. Suas raízes profundas permitem que sejam cultivadas em consórcio com gramíneas estoloníferas, como o Capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* classificador, Flora e Funga do Brasil, 2024), o *Panicum coloratum* classificador var. *makarikariense* e o *Dichanthium sericeum* classificador (SUYBENG et al., 2019).

Estão presentes no Brasil cinco espécies de *Desmanthus*, a saber: *Desmanthus leptophyllus* Kunth (Bahia, Ceará e Minas Gerais); *Desmanthus paspalaceus* (Lindm.) Burkart (Santa Catarina); *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung (Bahia, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro); *Desmanthus tatuhyensis* Hoehne (São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina); e *Desmanthus virgatus* (L.) Willd (Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) (LUCKOW, 1993, MORIM; LIMA, 2015).

A utilização de leguminosas forrageiras, como *Desmanthus*, apresenta-se como importante alternativa alimentar proteica de baixo custo devido às suas características adaptativas. Além disso, podem ser utilizadas das mais diversas formas para pastejo direto, formação de legumineiras, também em monocultivo ou em consórcio com gramíneas, podendo ainda ser conservadas na forma de feno (COOK et al., 2024; MEDEIROS et al., 2022). O *Desmanthus* tem ganhado destaque (VERLOOVE; BORGES, 2018), visto que apresenta boa aceitação pelos animais (MWANGI et al., 2021), possui a capacidade de fixar o N atmosférico (COSTA et al., 2017) e promove a melhoria do bem-estar animal (SUYBENG et al., 2019), apresentando características morfológicas e produtivas desejáveis para uma forrageira de qualidade (DINIZ et al., 2021).

A espécie *Desmanthus pernambucanus* [L.] Thellung é um subarbusto autógamo que ocorre naturalmente em solos arenosos, rochosos, calcários e salinos (MEDEIROS et al., 2020). Com pH variando de 5 a 8, não tolera solos mal drenados e com altos níveis de sombreamento (COOK et al., 2024).

A morfologia do *D. pernambucanus* (Jureminha) é caracterizada com ciclo de vida entre 2 e 5 anos, de porte herbáceo ou subarbusivo, hábito de crescimento varia de ereto a decumbente, podendo chegar até 3,0 m de altura (Figura 1A). Suas folhas são paribipinadas (Figura 1B), os nectários (glândulas) elípticos são achatados ou crateriformes, inseridos na ráquis entre o par inferior de pinas (Figura 1C), as flores são esbranquiçadas (Figura 1D) e a produção de sementes elevada (COOK et al., 2024).

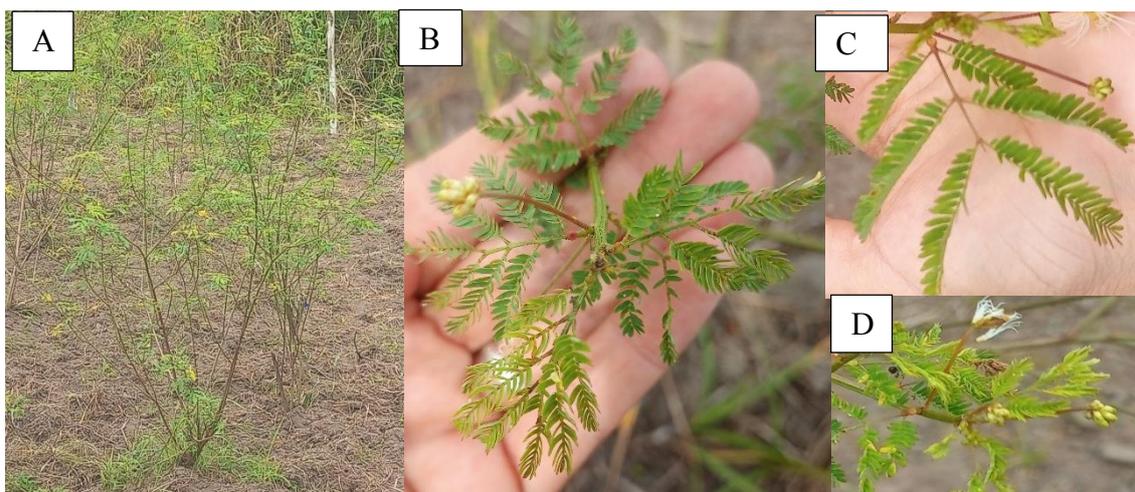


Figura 1. Jureminha [*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung] (A) Arquitetura da planta; (B) Ramo, folha e meristema apical; (C) Folha e folíolos; (D) Inflorescência.

A Jureminha possui capacidade de realizar simbiose com microrganismos diazotróficos (FREITAS et al., 2011), com estimativa de fixação de cerca de 90 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ (DINIZ, 2016). Apresenta, ainda, relação C:N dentro de uma faixa de equilíbrio de mineralização/imobilização, inferior à das gramíneas tropicais (MUIR et al., 2019). Geralmente, a relação C:N é superior a 30 ocorre uma tendência de imobilização de nutrientes, enquanto abaixo desse valor a mineralização e disponibilidade será favorecida (DUBEUX JR; SOLLENBERGER, 2020). Queiroz et al. (2021) observaram relação C:N média de 11,06:1 em folha, e 35,35:1 em ramos de *Desmanthus* spp., favorecendo a decomposição e mineralização do material vegetal menos lignificado, como é o caso das folhas. Diniz (2016) observou relação C:N de 16,67:1, favorecendo a decomposição e mineralização do material vegetal de acessos de *Desmanthus* sp.

Com intuito de estudar e caracterizar a variabilidade genética do *Desmanthus* spp., torna-se importante a formação de bancos de germoplasma. Queiroz et al. (2023) analisaram o polimorfismo de comprimento de fragmentos amplificados (AFLP) em cinco acessos de *Desmanthus* spp. do banco de germoplasma em Pernambuco, sendo quatro acessos pertencentes à espécie *Desmanthus pernambucanus* (7G, 100C, 43F e 89F), e o quinto acesso pertencente à Embrapa Tabuleiros Costeiras - Sergipe (originário do banco de germoplasma australiano - CSIRO, Austr), identificado como *Desmanthus pubescens* B.L. Turner. Observou-se que os acessos geograficamente mais próximos do *D. pernambucanus*, 43F (oriundo de Bom Jardim-PE) e 89F (oriundo de Bom Jardim-PE), apresentaram uma distância genética significativa (63,0%). Desse modo, os autores ressaltaram que há uma maior variabilidade genética nos bancos de germoplasma nativo, sendo esse um importante meio para aumentar a adaptação genética de espécies forrageiras ambientalmente viáveis.

Em trabalhos realizados com *Desmanthus* em Pernambuco, foram observadas alterações nas características morfológicas quando submetidos a diferentes condições edafoclimáticas e a diferentes manejos. Na região semiárida pernambucana, podem ser encontrados genótipos de *Desmanthus* sp. Eles ocorrem em diferentes tipos de solo e ambientes e exibem características desejáveis (QUEIROZ et al., 2021) por apresentarem características morfológicas e produtivas com potencial elevado (CALADO et al., 2016; DINIZ et al., 2021).

Calado et al. (2016) trabalharam com o cultivo de acessos de *Desmanthus* no Semiárido pernambucano. Manejados na intensidade de corte de 20 cm do solo e colhidos com frequência de 60 dias, obteve-se maior produção de forragem (1.221 kg MS.ha⁻¹) ao longo de três colheitas. O acesso 7G (oriundo de Santa Cruz do Capibaribe), apresentou maior diâmetro de caule quando manejado a altura de colheita de 20 cm e maior número de folhas por ramo (16,17) na primeira colheita.

Diniz et al. (2021) avaliaram acessos de *Desmanthus* submetidos às intensidades (40 e 80 cm do solo) e frequência de 70 dias. Na Zona da Mata Norte de Pernambuco, reportaram que as características produtivas e o valor nutritivo dessas plantas tenderam a não sofrer alterações com o manejo utilizado. Foi observada produção média de 1.850 kg de MS.ha⁻¹. Os autores verificaram que o acesso 7G obteve com maior número de folhas (15,04) e menor diâmetro de caule (0,41 cm), em comparação aos acessos 5G e 6G (ambos oriundos de Santa Cruz do Capibaribe-PE), quando submetidos às alturas de corte de 40 e 80 cm.

Entre os genótipos de *Desmanthus* spp. estudados em Pernambuco, o genótipo 7G [*D. pernambucanus* (L.) Thellung], Jureminha, tem recebido destaque por apresentar maior número de ramos e manter ou aumentar as dimensões foliares ao longo dos ciclos de colheitas. Quanto à produtividade, o acesso 7G mantém a produtividade ao longo de um a dois anos de cultivo (CALADO et al., 2016; DINIZ et al., 2021; MEDEIROS et al., 2022).

Costa (2020) observou que a Jureminha apresentou diminuição nas taxas de crescimento, altura, largura de planta, comprimento de ramo, número de ramos, de folhas e tamanho de folha, durante os períodos com menor precipitação. Fenômeno esse visto como uma resposta fisiológica para a sobrevivência, quando manejado a uma frequência de colheita de 84 dias, na Zona da Mata Norte de Pernambuco.

A Jureminha cultivada sobre diferentes densidades de plantio (10.000, 15.625 e 40.000 plantas.ha⁻¹) na região da Zona da Mata de Pernambuco, alcançou maior produção média em torno de 576 kg MS.ha⁻¹.colheita⁻¹ na densidade de 40.000 plantas.ha⁻¹; verificando-se também maior altura de planta (79,4 cm), índice de área foliar (IAF = 0,98), interceptação luminosa (IL =49%). Todavia, resultou na redução da sobrevivência das plantas (66%) (MEDEIROS et al., 2022).

Silva Neto et al. (2024) avaliaram as características morfológicas, estruturais e produtivas de leguminosas forrageiras com diferentes hábitos de crescimento, como Cunhã (*Clitoria ternatea* L.); Jureminha (*D. pernambucanus* (L.) Thellung); e Estilosantes (*Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande), em resposta a duas frequências de colheita (60 e 90 dias), na Zona da Mata Norte de Pernambuco. A Jureminha apresentou a menor interceptação luminosa e IAF (0,7 e 39, respectivamente), em comparação às demais leguminosas Estilosantes cv. Campo Grande e a Cunhã.

Com relação ao valor nutritivo do *D. pernambucanus* (L.) Thellung, Ferreira (2021) avaliou os acessos 7G (*D. pernambucanus*) e 13AU (*D. virgatus*) em frequência de 84 dias e colheita a altura de 40 cm. Foi observado que o acesso 7G apresentou os seguintes teores de proteína bruta (133,7 g.kg⁻¹); fibra em detergente neutro - FDN (608,3 g.kg⁻¹), fibra em detergente ácido - FDA (517 g.kg⁻¹); lignina (152 g.kg⁻¹); proteína ligada a FDN (69 g.kg⁻¹) e proteína ligada a FDA (72 g.kg⁻¹).

Diniz et al. (2021) avaliaram as intensidades de corte (40 e 80 cm) e frequência de 70 dias. Observaram valores médios de proteína de 230 g.kg⁻¹ nas folhas e 117 g.kg⁻¹ nos caules em acessos de *Desmanthus* spp., apresentando altos teores de proteína associada à FDA (45 e 43% de PB para folhas e ramos, respectivamente), e valores médios de digestibilidade de 463 e 362 g.kg⁻¹ MS para folhas e caules, respectivamente.

Além disso, leguminosas como o *Desmanthus* produzem taninos condensados que, dependendo da concentração, podem proporcionar benefícios aos ruminantes, incluindo uso eficiente de proteínas ingeridas (efeito *by-pass*) e supressão de parasitas gastrointestinais (OLIVEIRA et al., 2022). Sales-Silva et al. (2023) estudaram o valor nutritivo do Estilosantes cv. Campo Grande (*Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande), Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) e; Jureminha (*D. pernambucanus* (L.) Thellung), manejadas sob diferentes frequências de corte (60 e 90 dias), na Zona da Mata Norte de Pernambuco. Foi observado nas folhas e ramos maior concentração de tanino condensados (376 e 274 mg TC.g⁻¹ planta) e fenóis totais (490 e 306 mg FT.g⁻¹ planta), quando colhidos aos 90 dias.

Diversas estratégias nutricionais têm sido estudadas e desenvolvidas para mitigar o CH₄ entérico (HRISTOV et al., 2013), entre elas está o aumento da qualidade da forragem ofertada (GERBER et al., 2013). Vandermeulen et al. (2018) estudaram os efeitos na fermentação *in vitro* com fluido ruminal de três espécies de *Desmanthus* (*D. leptophyllus* cv. JCU 1, *D. virgatus* cv. JCU 2 e *D. bicornutus* cv. JCU 4), em comparação com feno de Capim-de-rhodes (*Chloris gayana* Kunth). Foi verificado que, em decorrência da presença de compostos secundários (como taninos), as leguminosas demonstraram potencial antimetanogênico, com a *D. bicornutus* reduzindo a produção de CH₄ em 26%, e *D. leptophyllus* em até 36%, em comparação com o feno da gramínea.

Suybeng et al. (2020) relataram a influência positiva dos taninos em *Desmanthus*, visto que estes tem a capacidade de ligar-se às proteínas no rúmen, aumentando a utilização de N e reduzindo as emissões de CH₄. No entanto, a propriedade antimetanogênica dos taninos em *Desmanthus* ainda é bastante inconclusiva. Todavia, essa redução observada nas emissões de CH₄ podem ser atribuídas ao efeito do aumento do nível de *Desmanthus* na dieta, uma vez que a qualidade da dieta era maior (SUYBENG et al. 2021).

Estudos *in vitro* (VANDERMEULEN et al., 2018; DURMIC et al., 2017) e *in vivo* (SUYBENG et al., 2020) realizados na Austrália demonstraram a diminuição nas emissões de CH₄ devido à suplementação com *Desmanthus*. Durmic et al. (2017) relataram emissões mais baixas de CH₄ em comparação com as emissões médias de 23 gramíneas tropicais, sendo 48%, 41% e 45% para o cultivar *Desmanthus leptophyllus*, cv. *D. virgatus* e cv. *D. bicornutus*, respectivamente. Vandermeulen et al. (2018) encontraram emissões de CH₄ significativamente mais altas com cv. *Desmanthus leptophyllus* (+ 33%) e cv. *D. virgatus* (+ 5%), em comparação com cv. *D. bicornutus*. No entanto, em estudos *in vivo*, Suybeng et al. (2020) não encontraram nenhuma diferença significativa no rendimento de CH₄ entre *Desmanthus leptophyllus* e *D. bicornutus*.

Garcez et al. (2014) avaliaram a composição bromatológica e a dinâmica de fermentação ruminal dos carboidratos totais (CT) de vagens das leguminosas Bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*) e Angico-branco (*Anadenanthera colubrina*), pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. Os autores observaram que os maiores volumes de gases e a eficiência microbiana foram verificados para Bordão-de-velho, enquanto o angico apresentou menor capacidade de fermentação, produzindo menos volume de gases.

Longo et al. (2012) avaliaram espécies de leguminosas forrageiras tropicais Leucena (*Leucaena leucocephala*), Mucuna preta (*Stylobium aterrimum* L., *Stylobium*

deeringianum) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), comparados com feno de Capim-bermuda (*Cynodon* spp), por meio da fermentação ruminal *in vitro*. A produção de gás foi menor para *Mimosa caesalpiniaefolia* (36 mL) e maior para *Leucaena* (67,7 mL) e *Stylobium aterrimum* (69,9 mL). De modo geral, todas as leguminosas, exceto *Mimosa caesalpiniaefolia*, foram mais extensivamente degradadas que o feno de Capim *Cynodon* (40 mL).

Estudos relataram melhor desempenho no crescimento do gado corte (GARDINER; PARKER, 2012; MARSETYO et al., 2017); crescimento da lã (RANGEL; GARDINER, 2007) e área muscular do olho de lombo da carcaça (AOETPAH et al., 2018) quando o *Desmanthus* foi adicionado em dietas à base de capim.

Mwangi et al. (2021), ao avaliarem o desempenho de novilhos em pastagem de Capim-buffel (*Cenchrus ciliaries*, Flora mundial) consociado com *Desmanthus* spp., observaram que o *Desmanthus* em uma baixa densidade populacional não afetou o ganho de peso, embora a produtividade do pasto e a taxa de lotação tenham sido de 443 kg/ha e 9,5% maiores, respectivamente, se comparadas ao monocultivo de Capim-buffel (*C. ciliaries*).

2.2 Efeito da densidade de plantio na morfologia, produção e valor nutritivo do *Desmanthus pernambucanus* L. Thellung

A densidade de plantio é um dos aspectos de manejo que determinam a eficiência da utilização de recursos abióticos, regulando a produtividade, alterando a arquitetura da planta e a eficiência fotossintética das folhas (HUSSAIN et al., 2013).

Tal manejo pode ser visto como fator importante no estabelecimento de qualquer espécie forrageira, principalmente por afetar de modo direto o crescimento das plantas (LI et al., 2014), além de modificar suas características morfológicas e a composição química, sendo, portanto, determinante no rendimento e na qualidade da forragem produzida.

A alta densidade de plantas afeta a interceptação de luz por meio de maior expressão de GA-3 oxidase no tecido da folha, o que aumenta a síntese de giberelina, estimulando o alongamento dos ramos (YU et al., 2021). Assim, o espaçamento reduzido entre linhas associado ao aumento da população de plantas pode afetar a arquitetura da copa das plantas, reduzindo a competição com plantas daninhas (PORFIRIO et al., 2021).

As densidades baixas de plantio podem favorecer a planta a explorar ao máximo os recursos naturais, podendo aumentar sua eficiência. Todavia, resulta em menores rendimentos produtivos por área (LOLLATO et al., 2019; FISCHER et al., 2019).

Enquanto isso, as densidades de plantio acima do desejável aumentam o custo de produção e podem potencialmente diminuir o rendimento produtivo devido ao aumento da pressão das pragas, como doenças e insetos (LAGHARI et al., 2011). Conseqüentemente, definir a densidade de plantas por área, ou seja, número mínimo de plantas por unidade de área necessária para maximizar a produção, é crucial para futuras melhorias no rendimento da forragem.

Cultivos mais adensados podem aumentar a taxa de crescimento das plantas e sua produção por área (Figura 2). Além disso, pode proporcionar cobertura mais rápida do solo, reduzindo a competição com plantas daninhas. Por outro lado, plantios menos adensados podem reduzir a competição intraespecífica e resultar em aumento na produção por planta (TAO et al., 2019).

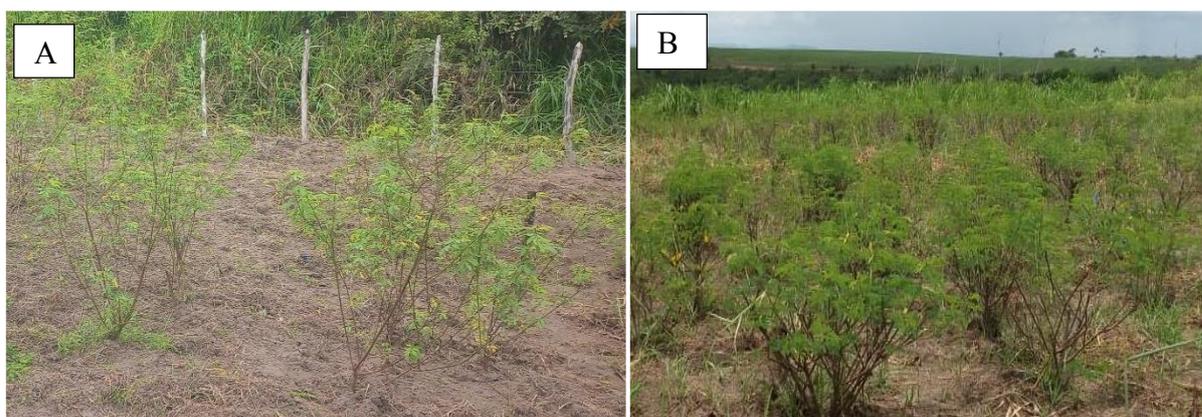


Figura 2. Jureminha [*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung] plantada sob densidade de 10.000 plantas.ha⁻¹ (A) e 40.000 plantas.ha⁻¹ (B), Carpina-PE.

Calado et al. (2016) estudaram acessos de *Desmanthus* sp. irrigados com lâmina d'água de 5,5 mm em intervalos de um dia. A água com condutividade elétrica de 1,86 dS.m⁻¹, classificada como C3, com alta salinidade, no Semiárido pernambucano, com densidade de 40.000 plantas.ha⁻¹, colhidas com frequência de 60 dias a 20 e 40 cm de altura. Os autores constataram variabilidade nas características morfológicas, maior produção de forragem na colheita a 20 cm, obtendo produtividade de 1,10 t MS.ha⁻¹ com o acesso 7G.

Diniz et al. (2021) avaliaram acessos de *Desmanthus* sp. em condições de sequeiro na Zona da Mata Norte de Pernambuco, com densidade de 20.000 plantas.ha⁻¹, com frequência cortes de 70 dias, a 40 e 80 cm de altura. Eles verificaram correlações significativas entre

características morfológicas, produtivas e nutritivas, sendo que o acesso 7G apresentou maior produção (1,52 t MS.ha⁻¹) quando colhido a 80 cm.

Ao avaliar características morfogênicas e estruturais da *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung submetida a diferentes densidades de plantio (40.000, 15.625 e 10.000 plantas.ha⁻¹) e alturas de colheita (20 e 40 cm), Costa (2020) obteve taxas de expansão de copa mais elevadas (0,92 cm.dia⁻¹) na menor densidade de plantio.

Silva et al. (2020) estudaram os genótipos de *Desmanthus* spp. (7G; 31D; 13AU) em densidade de 40.000 plantas.ha⁻¹, submetidos às frequências de colheita de 60, 90, 120 e 150 dias na Zona da Mata Norte de Pernambuco. Foi observado que o acesso 7G apresentou produção de massa seca total por corte de 2.406,3 kg MS.ha⁻¹, sendo que a produção de caule e vagens médias alcançada foi de 1.467,2 kg MS.ha⁻¹ e 328,9 kg MS.ha⁻¹, respectivamente. As plantas desse acesso apresentam maior número de folhas (25), contudo, as folhas foram menores em comprimento e largura (6 e 6,3 cm).

Silva Neto et al. (2024) avaliaram as características morfológicas, estruturais e produtivas de leguminosas com diferentes hábitos de crescimento, Cunha (*C. ternatea* L.), Jureminha (*D. pernambucanus* (L.) Thellung) e Estilosantes (*Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande), em resposta a duas frequências de colheita (60 e 90 dias), cultivadas em densidade de plantio de 40.000 plantas.ha⁻¹, na Zona da Mata Norte de Pernambuco. Foi observado que a Jureminha apresentou a menor relação folha/ramo (0,9), número de ramos secundários (2,1), interceptação luminosa (0,7%), IAF (39) e proporção de folhas (42%) e apresentou maior altura (69cm) e proporção de ramos (51%), em comparação com as demais leguminosas *Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande.

A consequente competição entre plantas por luz pode promover mudanças positivas ou negativas na produção e morfologia de uma variedade de plantas sob sombreamento (TAIZ et al., 2017).

Medeiros et al. (2022) observaram que o cultivo adensado da Jureminha (40.000 plantas.ha⁻¹) permitiu a obtenção de plantas mais altas, com maiores índices de área foliar de 0,98, interceptação luminosa de 49% e produções por área de 576,5 kg MS ha⁻¹ colheita⁻¹, proporcionando menor diâmetro de copa (87,9 cm), e estande final mais reduzido (66%). O cultivo mais adensado proporcionou maior produtividade e reduziu a sobrevivência.

Ferreira (2021) avaliou o acesso 7G (*D. pernambucanus* (L.) Thellung) e o 13AU (*D. virgatus*) e colheitas a cada 84 dias, sob densidade de 40.000 plantas.ha⁻¹. Verificou-se produção superior do 7G em 49%. Além disso, o manejo utilizado durante o cultivo resultou na

manutenção de 64% do estande inicial de plantas.

Em estudo sobre o valor nutritivo de acessos de *Desmanthus* sp., Queiroz (2016), utilizando densidade de 20.000 plantas ha⁻¹, observou que o acesso 7G, colhido com intervalo de 75 dias, apresentou nas folhas 393,03 g.kg⁻¹ matéria seca; 210,5 g.kg⁻¹ de proteína bruta; digestibilidade de 614,3 g.kg⁻¹ MS. Diniz et al. (2021), com a mesma densidade de plantio verificaram nas folhas, 458,4 g.kg⁻¹ matéria seca; 235,1 g.kg⁻¹ proteína bruta; digestibilidade de 429,5 g.kg⁻¹ MS.

Com densidade de plantio de 40.000 plantas.ha⁻¹, Ferreira (2021) avaliou os acessos 7G realizando frequência de colheitas a cada 84 dias e constatou teores de 133,7 g.kg⁻¹ de proteína bruta -PB; 608,3 g.kg⁻¹ de fibra em detergente neutro- FDN; 517 g.kg⁻¹ de fibra em detergente ácido- FDA; 152,1 g.kg⁻¹ de lignina; 69,5 g.kg⁻¹ de proteína ligada a FDN, 72,2 g.kg⁻¹ de proteína ligada a FDA e digestibilidade 325,55 g.kg⁻¹ MS. Medeiros (2021), em experimento similar, com mesma densidade de plantio e frequência de colheita, encontrou forragem com melhor valor nutritivo, maior PB (168,8 g.kg⁻¹) e digestibilidade 433,1 g.kg⁻¹ MS, assim como, menor teor fibroso (597,8 g.kg⁻¹ FDN e 447,5 g.kg⁻¹ FDA), lignina (145,6 g.kg⁻¹) e fração proteica B1+ B2 (43% PB).

Do mesmo modo, Sales-Silva et al. (2023) estudaram a Jureminha (*D. pernambucanus* (L.) Thellung), a Estilosantes cv. Campo Grande (*Stylosantes macrocephala*) e a Cunhã (*Clitoria Ternatea*) sob densidade de plantio 40.000 plantas.ha⁻¹ manejadas com duas frequências de corte (60 e 90 dias), na Zona da Mata de Pernambuco. Encontraram na Jureminha as seguintes concentrações: proteína bruta (209 e 211 g.kg⁻¹), fibra em detergente neutro (446 e 500 g.kg⁻¹) e FDA (502 e 499 g.kg⁻¹) e digestibilidade da matéria seca (462 e 437 g.kg⁻¹) e taninos condensados nas folhas (230 e 376 mg TC.g⁻¹ planta) nas frequências de colheita 60 e 90 dias, respectivamente.

2.3 Efeito da frequência de colheita na morfologia, produção e valor nutritivo do *Desmanthus pernambucanus* L. Thellung

O manejo de colheita está associado à eliminação de meristemas, remoção da área foliar e redução das reservas orgânicas, e pode promover diferentes respostas no rebrote das plantas forrageiras. A frequência de colheita utilizada no manejo de leguminosas pode afetar a velocidade de crescimento da planta e, conseqüentemente, a produção de forragem.

O aumento da frequência de colheita pode levar a uma dieta com predominância de

folhas mais jovens e de melhor valor nutritivo, entretanto, pode reduzir a produtividade, podendo chegar a comprometer a persistência das leguminosas (SILVA et al., 2010).

Menor frequência de colheita aumenta a quantidade de biomassa produzida por corte, permitindo a remoção de maior quantidade de biomassa verde, porém, esse manejo pode resultar em aumento do uso de compostos de reserva da planta após a colheita (SILVA NETO et al., 2024). Pode ainda ocasionar perdas na qualidade da forragem produzida devido ao aumento de material vegetal mais fibroso (SALES- SILVA et al., 2023).

O efeito da colheita sobre uma leguminosa em particular está relacionado ao desenvolvimento morfológico no momento do corte (SHEAFFER, 1989). Assim, o estágio fenológico, bem como as condições de umidade do solo, podem afetar o desenvolvimento morfológico das leguminosas e, conseqüentemente, afetar a qualidade e produção de massa seca (WIERSMA et al., 1998). A colheita pode alterar a interceptação de luz por planta, contribuindo para adaptações morfológicas e estruturais por meio da plasticidade fenotípica da planta (CALADO et al. 2016).

Desmanthus spp. quando submetida a diferentes frequências de colheita apresenta diferentes comportamentos em relação à velocidade de crescimento (Figura 3). Suksombat e Buakeeree (2005) estudaram o efeito de três frequências de colheita (30, 40 e 50 dias) e três intensidades de corte (30, 40 e 50 cm) em *Desmanthus virgatus* no Norte da Tailândia. Foi observado que a produção de massa seca foi maior com o aumento dos intervalos entre cortes, de 1.472 kg MS.ha⁻¹ aos 30 dias de intervalo para 3.122 kg de MS.ha⁻¹ no intervalo de 50 dias. Como também a taxa de crescimento foi maior nos cortes de 40 e 50 dias, quando comparada aos 30 dias, o que pode ser reflexo da rebrota em fases diferentes da curva de crescimento.

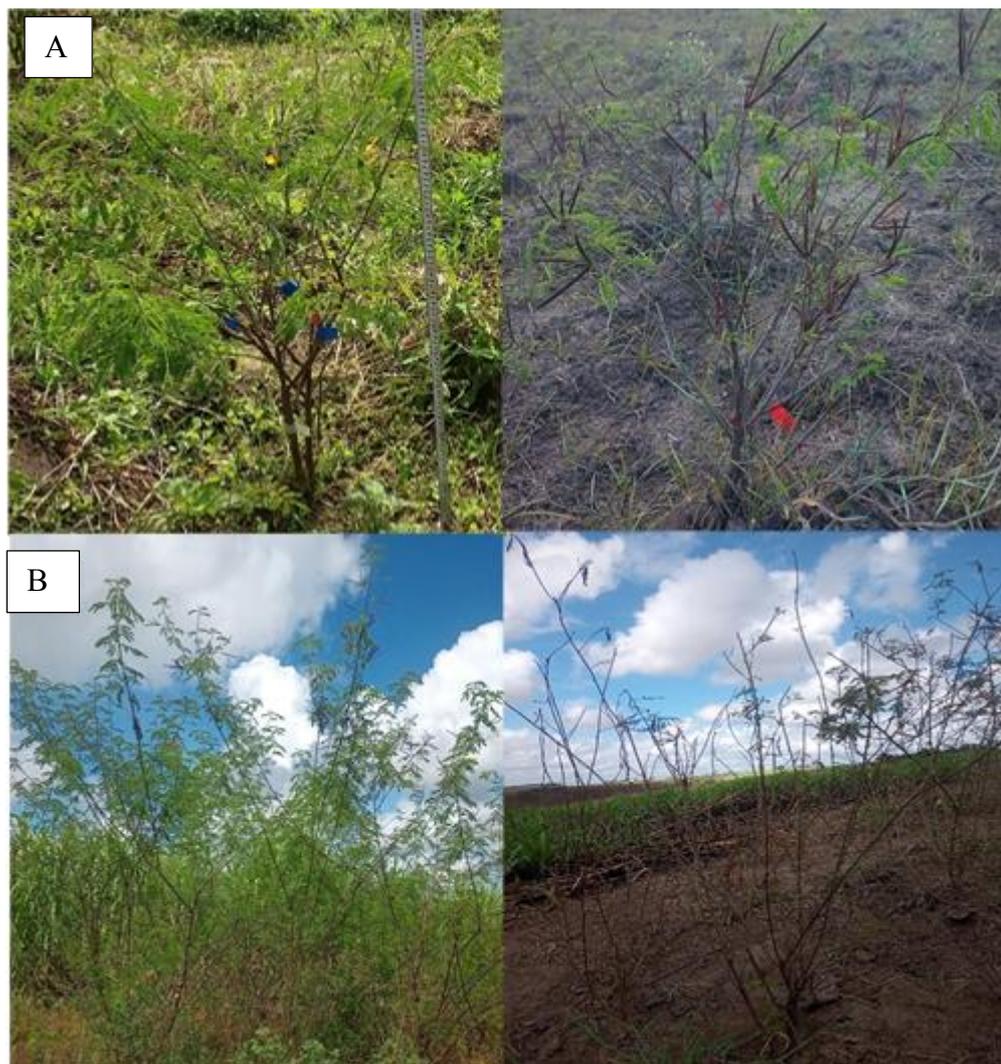


Figura 3. Jureminha [*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung] aos 90 dias de idade nas épocas chuvosa e seca (A) e aos 150 dias nas épocas chuvosa e seca (B), Carpina-PE.

Silva (2020) avaliou genótipos de *Desmanthus* spp. submetidos às frequências de colheita de 60, 90, 120 e 150 dias na Zona da Mata Norte de Pernambuco. Foi observado que, na frequência de 150 dias, as plantas apresentam maior altura (129 cm) e aos 90 dias (80 cm). A frequência de 90 dias proporcionou maior relação folha/caule (0,6), já aos 150 dias (0,3). Para a produção de caule foi obtido 2.454 kg MS.ha⁻¹ (150 dias). Enquanto aos 90 dias, obteve-se média de 957 kg MS.ha⁻¹. O mesmo comportamento foi observado para a produção de folha e vagens aos 150 dias de colheita (538 e 541 kg MS.ha⁻¹), respectivamente.

Calado et al. (2016) estudaram acessos de *Desmanthus* sp. no Semiárido pernambucano, colhidos com frequência de 60 dias a 20 e 40 cm de altura. Eles constataram variabilidade nas características morfológicas do acesso, tendo que o *D. pernambucanus* (L.) Thellung, acesso 7G produtividade de folhas de 508 kg MS.ha⁻¹ e produção de vagens de 343 kg MS.ha⁻¹,

diferindo dos demais acessos testados.

Já Diniz et al. (2021), pesquisaram os acessos de *Desmanthus* sp. em condições de sequeiro na Zona da Mata de Pernambuco, com frequência de cortes de 70 dias a 80 cm de altura e obtiveram produtividade de caule de 990 kg MS.ha⁻¹ e produção de folhas de 420 kg MS.ha⁻¹, com o acesso 7G.

Silva Neto et al. (2024) avaliaram leguminosas forrageiras com diferentes hábitos de crescimento [*C. ternatea* L.; *D. pernambucanus* (L.) Thellung; e *Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande], em resposta a duas frequências de colheita (60 e 90 dias), na Zona da Mata Norte de Pernambuco. A frequência de colheita afetou o *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung na porcentagem de produção de caule (1.150 e 1.719 kg MS.ha⁻¹), folhas (1.637 e 1.550 kg MS.ha⁻¹) e vagens (398 e 774 kg MS.ha⁻¹) e na produção total (3.185 e 4.210 kg MS.ha⁻¹), respectivamente.

Diniz et al. (2021) avaliaram acessos de *Desmanthus* spp colhida a cada 70 dias e reportaram valores médios de proteína bruta de 230 g.kg⁻¹ nas folhas e 117 g.kg⁻¹ nos caules, em acessos de *Desmanthus* spp. e valores médios de digestibilidade de 463 e 362 g.kg⁻¹ MS para folhas e caules, respectivamente. Queiroz (2016) aplicou frequência menor sob acessos de *Desmanthus* e observou que a frequência de colheita de 120 dias proporcionou 41% mais matéria seca (MS) nas folhas (485 g.kg⁻¹), 17 % menor proteína bruta (PB) nas folhas (202 g.kg⁻¹), 194,47% maior ligação proteína-tanino (78 g.kg⁻¹ de proteína precipitada em fenóis-PPP) e 617 g.kg⁻¹ de digestibilidade *in vitro* da MS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANZOUGARENE, Z.; FONDEVILA, M. Fitting of the in vitro gas production technique to the study of high concentrate diets. **Animals**, v. 10, n. 10, p. 1935, 2020. DOI:10.3390/ani10101935
- AOETPAH, A. et al. **Growth and eye muscle area of cross-bred Boer goats fed *Desmanthus cultivar JCU 1 hay***. In Proceedings of the 32nd Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production, Wagga Wagga, NSW, Australia, 2–6 July 2018. DOI: 10.1071/ANv58n8abs
- BARBOZA, L.Y.S et al. Integration agriculture-livestock and production “Bull Harvest”. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 2, p. e3194-e3194, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv22n2-079>
- BASTOS, L.M. et al. Winter wheat yield response to Plant Density as a Function of Yield Environment and Tillering Potential: A Review and Field Studies. **Frontiers in Plant Science**, 11, p.54, 2020. DOI: 10.3389/fpls.2020.00054
- BELL, L. W. et al. Short phases of tropical forage legumes increase production of subsequent cereal crops in the seasonally dry tropics of eastern Indonesia. **European Journal of Agronomy**. v. 132, p. 126406, 2022. DOI: 10.1016/j.eja.2021.126406
- CASTRO-MONTOYA, J.M.; DICKHOEFER, U. The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: a systematic review. **Animal Feed Science and Technology**. v.269, p.114641, 2020. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114641
- COOK, B. et al. **Tropical Forages: An interactive selection tool**. Available online: <https://www.tropicalforages.info/text/intro/index.html> (Acessado on 2 de fevereiro 2024).
- COSTA, J.C. et al. Genetic diversity of *Desmanthus* sp. accessions using ISSR markers and morphological traits. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n.2, p.1-9, 2017. DOI:10.4238/gmr16029667.
- COSTA, M.N.F. **Caracterização morfológica e estrutural de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung sob diferentes densidades de plantio e altura de colheita**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 51f, 2020.
- CRAINE, J.M.; DYBZINSKI, R. Mechanisms of plant competition for nutrients, water and light. **Functional Ecology**, v.27, n.4, p: 833-840, 2013. DOI:10.1111/1365-2435.12081

Cenchrus in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB13075>>. consulta publica.uc.citacao.acesso.em16 mai. 2024

DINIZ, W.P.S. **Caracterização morfológica e nutricional de acessos de *Desmanthus* spp. 408 submetidos a duas intensidades de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 81f, 2016.

DINIZ, W.P.S. et al. Morphological, productive, and nutritional characterization of *Desmanthus* spp. accessions under different cutting intensities. **Agroforestry Systems**, v.95, p.571–581, 2021, DOI: 10.1007/s10457-021-00609-7

DUBEUX JR, J. C.; SOLLENBERGER, L. E. **Nutrient Cycling in Grazed Pastures**. In Management Strategies for Sustainable Cattle Production in Southern Pastures. pp. 59-75. Academic Press. 2020. DOI:10.1016/B978-0-12-814474-9.00004-9

DURMIC, Z. et al. Differences in the nutrient concentrations, *in vitro* methanogenic potential and other fermentative traits of tropical grasses and legumes for beef production systems in northern Australia. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v, 97, p: 4075–4086, 2017. DOI: 10.1002/jsfa.827

ECKBERG, J.O. et al. Alfafa forage yield, milk yield, and nutritive value under intensive cutting. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v. 5, n. 2, pp. e20246, 2022.

ERGON, A. et al. Species interactions in a grassland mixture under low nitrogen fertilization and two cutting frequencies. II. Nutritional quality. **Grass and Forage Science**, v.72, p: 333-342, 2017. DOI:10.1111/gfs.12257.

FAGUNDES, G.M. et al. Tannin-rich forage as a methane mitigation strategy for cattle and the implications for rumen microbiota. **Animal Production Science**, v.61, n.1. 2020. DOI:10.1071/AN19448.

FERREIRA, M.L.S. **Caracterização de acessos de *Desmanthus* em resposta à adubação fosfatada**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 47f, 2021.

FISCHER, R. A. et al. Yield response to plant density, row spacing and raised beds in low latitude spring wheat with ample soil resources: an update. **Field Crops Research**, v.232, p.95–105, 2019. DOI: 10.1016/j.fcr.2018.12.011

FORNASERO, L.V. et al. Phenotypic, molecular and symbiotic characterization of the rhizobial symbionts of *Desmanthus paspalaceus* (Lindm.) Burkart that grow in the Province of

- Santa Fe, Argentina. **PloS one**, v.9, n.8, 104636, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0104636
- FREITAS, A.D.S. et al. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da Caatinga cultivadas em solos do Semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.9, p.1856-1861, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000900003
- FLUCK, A. C. et al Relationship between chemical components, bacterial adherence and *in vitro* fermentation of tropical forage legumes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 5, p. 457-464, 2013. DOI: 10.1590/S1413-70542013000500010
- GARCEZ, B.S. et al. Determinação dos parâmetros fermentativos de leguminosas pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. **PUBVET**, v. 8, n. 5, ed. 254, art. 1683, 2014. DOI: 10.22256/pubvet.v8n5.1683
- GARDINER, C.; PARKER, A. **Steer liveweight gains on Progardes™ desmanthus/buffel pastures in Queensland**. In Proceedings of the 2nd Australian and New Zealand Societies of Animal Production Joint Conference, Lincoln, New Zealand, p.2–5, 2012.
- GARDINER, C.P.; BURT, R.L. Performance characteristics of *Desmanthus virgatus* in contrasting tropical environments. **Tropical Grasslands**, v.29, p.183–187, 1995.
- GERBER, P.J. et al. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. **Animal**, v.7, n.2, p.220-234, 2013. DOI: 10.1017/S1751731113000876.
- GUAN, X.K. et al. Soil carbon sequestration by three perennial legume pastures is greater in deeper soil layers than in the surface soil. **Biogeosciences**, v.13, n.2, p.527-534, 2026. DOI:10.3389/fvets.2020.576944
- HRISTOV, N.A. et al. Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. **Journal of Animal Science**, v.91, n.11, p. 5045-5069, 2013. DOI: 10.2527/jas.2013-6583
- HUSSAIN, M. et al. Optimizing row spacing in wheat cultivars differing in tillering and stature for higher productivity. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v.59, n.11, p.1457-1470, 2013. DOI: 10.1080/03650340.2012.725937
- JONES, R.M.; BRANDON, N.J. Persistence and productivity of eight accessions of *Desmanthus virgatus* under a range of grazing pressures in subtropical Queensland. **Tropical Grasslands**, v.32, p.145–152, 1998.
- JUSTES, E. P. et al. Influence of summer sowing dates, N fertilization and irrigation on autumn VSP accumulation and dynamics of spring regrowth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.111-121, 2002. DOI: 10.1093/jxb/53.366.111

- LAGHARI, G. M. et al. Growth and yield attributes of wheat at different seed rates. **Sarhad Journal of Agriculture**, v.27, n.2, p.177–183, 2011.
- LI XY, et al. Planting density and irrigation timing affects *Cleistogenes songorica* seed yield sustainability. **Agronomy Journal**, v.106, n.5, p.1690-1696, 2014. DOI: 10.2134/agronj14.0111
- LOLLATO, R. P.; EDWARDS, J. T. Maximum attainable wheat yield and resource-use efficiency in the Southern Great Plains. **Crop Science**. v.55, n.6, p.2863, 2015. DOI: 10.2135/cropsci2015.04.0215
- LUCKOW, M. Monograph of *Desmanthus* (Leguminosae-Mimosoideae). **Systematic Botany Monographs**, v.38, p.166, 1993. DOI: 10.2307/25027822
- MARSETYO, D.R. et al. The effect of supplementation of different legume leaves on feed intake, digestion and growth of Kacang goats given Mulato grass. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.7, p. 117–122, 2017. DOI: 10.17265/2161-6256/2017.02.006
- MEDEIROS, A.S. et al. Biomass production and chemical bromatological composition of jureminha submitted to increasing saline levels. **Archivos de Zootecnia**, v.69, n.265, p.54-64, 2020. DOI: 10.21071/az.v69i265.5039
- MEDEIROS, A. S. et al. Morphology, accumulation and survival of *Desmanthus* under different planting densities and harvest heights. **Grass and Forage Science**, v.78, n.1, p. 1–12, 2022. DOI:10.1111/gfs.12586
- MORIM, M.P., LIMA, H.C. *Desmanthus* em Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB18496>>. Acesso em: abril de 2024.
- MPANZA, T.D.E.; HASSEN, A. Effects of *Stylosanthes scabra* forages supplementation on *in vitro* gas production and fibre degradation of *Eragrostis* grass hay. **Agricultural Sciences**, v.14, p.522–540, 2023. DOI:10.4236/as.2023.144035
- MUIR, J.P. et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, p.1-12, 2019. DOI:10.5039/agraria.v14i2a5648.
- MUIR, J.P. et al. **Taninos em plantas forrageiras**. In: Pastagens tropicais: Dos fundamentos ao uso sustentável. Editora: Mércia Virginia Ferreira dos Santos, Visconde do Rio Branco-MG 2023, p. 468.
- MWANGI, F.W. et al. Growth performance and plasma metabolites of grazing beef cattle backgrounded on *Buffel* or *Buffel-Desmanthus* mixed pastures. **Animal**, v.11, 2355, 2021.

DOI:10.3390/ ani11082355

OLIVEIRA, O.F. et al. Condensed tannins bioactivity and nutritional value of *Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud. under sheep grazing and different forage allowances. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.100, p.104359, 2022. DOI: 10.1016/j.bse.2021.104359

PORFIRIO, M. D. et al. Effects of row spacing and planting density of forage sorghum on dry matter yield, morphologic parameters, nutritive value, and predicted milk yield of dairy cows. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e36101119374, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19374.

QUEIROZ, I.V. et al. DNA polymorphism of *Desmanthus* spp. accessions based on AFLP markers. **Revista Brasileira Ciência Agrária**, v.18, n.4, e0028, 2023. DOI: 10.5039/agraria.v18i4a0028

QUEIROZ, I.V. et al. Respostas na biomassa e químicas de acessos de *Desmanthus* spp. submetidos a privação de água. **Revista Caatinga**, v.34, n.4, p:937-944, 2021. DOI: 10.1590/1983-21252021v34n421rc

QUEIROZ, I.V. **Variabilidade genética e caracterização morfológica, produtiva e qualitativa de acessos de *Desmanthus***. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 167p, 2016.

RANGEL, J.H.D.A.; GARDINER, C.P. Stimulation of wool growth by *Desmanthus* spp. as a supplement to a diet of Mitchell grass hay. **Tropical Grasslands**, v.43, p.106–111, 2009.

RANGEL, J.H.A. et al. Dormancy releasing mechanisms in soil seed banks of *Desmanthus* genotypes. **Revista Caatinga**, v.28, n.1, p.90-99, 2015.

RESENDE, A. S. et al. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 71-92, 2013.

SALES-SILVA, T. B. et al. The growth habits of tropical legumes affect the nutritive herbage value more than harvesting frequency. **Crop and Pasture Science**, v. 1, n.1, 2023. DOI: 10.1071/CP23109

SCHILDE, M. et al. Effects of 3-nitrooxypropanol and varying concentrate feed proportions in the ration on methane emission, rumen fermentation and performance of periparturient dairy cows. **Archives of Animal Nutrition**, v.75, p.79–104, 2021. DOI: 10.1080/1745039X.2021.1877986

ŠIDLÁUSKAITĖ, G. et al. Plant diversity, functional group composition and legumes effects versus fertilization on the yield and forage quality. **Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 1182, 2022. DOI : 10.3390/su14031182

- SILVA, H. W. et al. Productivity and nutritional value at different intervals between gliricidia cuttings. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, e60011125327, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.25327
- SILVA, N.V. **Aspectos morfológicos e cinética de produção de gás in vitro de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes submetidos a duas frequências de colheita**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife. 64 f., 2022
- SILVA, L.S. **Respostas morfológicas e produtivas de genótipos de *Desmanthus* a intervalos de corte, na Zona da Mata de Pernambuco**. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 79 f, 2020.
- SILVA NETO, A.J. et al. Herbaceous forage legumes with diverse structural traits can display similar productive responses under different harvest frequencies. **Ciência Rural**, v. 54, p. 1, 2024. DOI:10.1590/0103-8478cr20220440
- SHEAFFER, C.C. **Legume establishment and harvest management in the USA**. In: Marten, G.C.; Matches, A.G.; Barnes, R.F. et al. (Org.). Persistence of Forage Legumes. 1.ed. Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA, p.277-291, 1989.
- SUYBENG, B, et al. Response to climate change: evaluation of methane emissions in northern Australian beef cattle on a high quality diet supplemented with *Desmanthus* using open-circuit respiration chambers and greenfeed emission monitoring systems. **Biology**, v.10, p.943, 2021. DOI:10.3390/ biology10090943
- SUYBENG, B. et al. Supplementing northern Australian beef cattle with *Desmanthus* tropical legume reduces in-vivo methane emissions. **Animal**, 10, 2097, 2020. DOI: 10.3390/ani10112097
- SUYBENG, B. et al. Methane Emissions and the Use of *Desmanthus* in Beef Cattle Production in Northern Australia. **Animal**, v.9, n.8, p.542, 2019. DOI: 10.3390/ani9080542
- SUKSOMBAT, W.; BUAKEEREE, K. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of hedge lucerne (*Desmanthus virgatus*). **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.19, n.1, p.31-34, 2005. DOI:10.5713/ajas.2006.31
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888p.
- TAO, Q. et al. Optimizing between-row and within-row spacing for *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) seed production. **Industrial Crops and Products**, v.139, p.111490, 2019. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111490
- VANDERMEULEN, S. et al. *In vitro* assessment of ruminal fermentation, digestibility and

methane production of three species of *Desmanthus* for application in northern Australian grazing systems. **Crop and Pasture Science**, v.69, n.8, p.797-807, 2018. DOI: 10.1071/CP17279

WIERSMA, D.W. et al. Harvest management effects on red clover forage yield, quality, and persistence. **Journal of Production Agriculture**, v.11, n.3, p.309-313, 1998. DOI: 10.2134/jpa1998.0309

YU, K. et al. High planting density induces the expression of GA3-oxidase in leaves and GA mediated stem elongation in bioenergy sorghum. **Scientific Reports**, v.11, n.1, p:1–13, 2021. DOI: 10.1038/s41598-020-79975-8

CAPÍTULO 2

**ALTA DENSIDADE DE PLANTIO E BAIXA FREQUÊNCIA DE COLHEITA
AUMENTAM A PRODUTIVIDADE do *Desmanthus pernambucanus* L. Thellung NA
ÉPOCA CHUVOSA**

RESUMO

A Jureminha (*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung) é uma leguminosa adaptada às condições tropicais. Ela destaca-se pela sua resistência à seca, por não apresentar toxicidade aos animais, além de ter alto teor de proteína bruta. Objetivou-se avaliar o efeito de densidade de plantio (10.000; 15.625 e 40.000 plantas.ha⁻¹) e frequências de colheita (90 e 150 dias) sobre características morfológicas e produtivas da Jureminha (*D. pernambucanus* L. Thellung) em diferentes épocas do ano. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, sob delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As densidades de plantio foram avaliadas nas parcelas e frequências de colheita nas subparcelas. Utilizou-se a intensidade de colheita de 20 cm. As colheitas foram realizadas nas épocas seca e chuvosa, por três anos consecutivos. Foram avaliadas características morfológicas e produtivas da Jureminha. As densidades de plantio não afetaram as características morfológicas. Na frequência de 150 dias, na época chuvosa, as plantas apresentaram maior altura (106 cm), comprimento de ramo (54 cm), número de folhas por ramos (10), comprimento (6 cm), largura (5 cm), área de folhas (29 cm²), número de folíolos (6), diâmetro de ramo (0,31 cm) e sobrevivência (72%). Aos 150 dias, também se observou maior produção de massa seca por planta (68 g MS.planta), produção de ramos (738 kg MS.ha⁻¹.corte), produção de forragem (1.333kg MS.ha⁻¹.corte) e taxa de produção diária (12 kg MS.dia⁻¹). Na frequência de 90 dias na época chuvosa, observou-se maior relação folha/ramo (0,58) e relação vagem/folha (0,29). A produção anual não sofreu efeito dos fatores testados, tendo a produção anual de forragem alcançado valores maiores para densidade de plantio, 40.000 planta.ha⁻¹ e frequência de colheita de 90 dias (4.354 e 2.042 kg MS.ha⁻¹) ano, respectivamente, sendo encontrado para todas as variáveis de produção anual o mesmo comportamento. As densidades de plantio não afetaram características morfológicas e produtivas da Jureminha. Já a frequência de colheita aos 150 dias favoreceu, no período chuvoso, maior crescimento e produtividade.

Palavras-chaves: espaçamento de plantio; *Fabaceae*; idade de corte; leguminosa nativa; manejo de colheita.

ABSTRACT

Jureminha (*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung) is a legume adapted to tropical conditions. It stands out for its resistance to drought, its lack of toxicity to animals and its high crude protein content. The aim was to evaluate the effect of planting density (10,000; 15,625 and 40,000 plants.ha⁻¹) and harvesting frequency (90 and 150 days) on the morphological and

productive characteristics of Jureminha (*D. pernambucanus* L. Thellung) at different times of the year. The experiment was conducted in subdivided plots, under a randomized block design, with four replications. Planting densities were evaluated in the plots and harvesting frequencies in the subplots. A harvest intensity of 20 cm was used, and harvests were carried out in the dry and rainy seasons for three consecutive years. The morphological and productive characteristics of Jureminha were assessed. The planting densities did not affect the morphological characteristics. At 150 days, in the rainy season, the plants showed greater height (106 cm), branch length (54 cm), number of leaves per branch (10), length (6 cm), width (5 cm), leaf area (29 cm²), number of leaflets (6), branch diameter (0.31 cm) and survival (72%). At 150 days, there was also higher dry mass production per plant (68 g DM.plant), branch production (738 kg DM.ha⁻¹.cut), forage production (1,333 kg DM.ha⁻¹.cut) and daily production rate (12 kg DM.day⁻¹). At the 90-day frequency in the rainy season, there was a higher leaf-to-stalk ratio (0.58) and pod-to-leaf ratio (0.29). Annual production was not affected by the factors tested, with annual forage production reaching higher values for planting density, 40,000 plants.ha⁻¹ and 90-day harvesting frequency (4,354 and 2,042 kg DM.ha⁻¹ year, respectively), with the same behavior being found for all annual production variables. The planting densities did not affect the morphological and productive characteristics of Jureminha, while the 150-day harvesting frequency favored greater growth and productivity during the rainy season.

Keywords: cutting age; *Fabaceae*s; harvest management; native legumes; planting spacing.

1. INTRODUÇÃO

Leguminosas forrageiras podem agregar muitos benefícios aos sistemas pecuários baseados no uso de forrageiras, como a capacidade de associação simbiótica para fixação biológica de nitrogênio (JENSEN et al., 2020), ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono (DUBEUX JR.; SOLLENBERGER., 2020), aumento no valor nutritivo da forragem e eficiência da conversão de forragem em proteína animal (BRAGA et al., 2020; DINIZ et al., 2021; MPANZA; HASSEN, 2023), além da mitigação na emissão de metano entérico (EUGÈNE et al., 2021).

Entre as leguminosas que ocorrem naturalmente em várias partes do mundo, o gênero *Desmanthus* tem ganhado destaque (VERLOOVE; BORGES, 2018), visto que pode sobreviver e persistir em condições adversas. Além de apresentar boa aceitação pelos animais (MWANGI et al., 2021), possui a capacidade de fixar o N₂ atmosférico (COSTA et al., 2017), promove a

melhoria do bem-estar animal (SUYBENG et al., 2019), apresentando características morfológicas e produtivas desejáveis para uma forrageira de qualidade (DINIZ et al., 2021).

Práticas de manejo podem potencializar a persistência, o rendimento e a qualidade da forragem. Mudar os padrões de plantio das culturas forrageiras, o que inclui a distribuição espacial e o arranjo das plantas na área, é uma das maneiras de obter aumento da produtividade e do valor nutritivo da forragem, uma vez que pode melhorar a eficiência de utilização dos fatores, como água, luz e nutrientes (RODRIGUES et al., 2019).

O manejo bem-sucedido das leguminosas depende da escolha da frequência de corte adequada para cada espécie (JUSTES et al., 2002). Cortes frequentes podem afetar a taxa de crescimento da planta e, conseqüentemente, a produção de forragem (SILVA NETO et al., 2024).

Em região de clima semiárido, acessos de *Desmanthus* apresentaram maior produção de forragem e diâmetro de copa quando manejados na intensidade de corte de 20 cm do solo e colhidos com frequência de 60 dias (CALADO et al., 2016). Em intensidades inferiores (40 e 80 cm do solo) e menor frequência (70 dias), em clima tropical, as características produtivas e o valor nutritivo dessas plantas tendem a não sofrer alteração (DINIZ et al., 2021).

Silva Neto et al. (2024) avaliaram leguminosas submetidas a duas frequências de colheita (60 e 90 dias) em clima tropical. Observaram o efeito da frequência de colheitas mais longas (90 dias) no aumento da produção de caules em *D. pernambucanus* (995 kg MS.ha⁻¹), folhas (546 kg MS.ha⁻¹), vagens (266 kg MS.ha⁻¹) e na produção total (1.403 kg MS.ha⁻¹).

Desmanthus pernambucanus manejado com colheitas a cada 84 dias, cultivado sob densidade 40.000 plantas.ha⁻¹, em clima tropical, alcançaram produção média de 576,5 kg MS.ha⁻¹.colheita⁻¹. Obteve planta com maior altura (79,4 cm), com maior índice de área foliar (IAF = 0,98) e interceptação luminosa (IL =49%). Todavia, com redução no estande de plantas (66% de sobrevivência) (MEDEIROS et al., 2022).

O nível de resposta dos vegetais a fatores ambientais e de manejo pode ser medido em termos de características morfológicas que, por sua vez, podem afetar a produtividade e a sobrevivência das plantas. Dessa maneira, a hipótese do presente estudo é que a densidade de plantio e frequência de colheita promovem alterações na morfologia e produtividade da Jureminha. Assim, objetivou-se avaliar as características morfológicas e produtivas da Jureminha, submetida a diferentes densidades de plantio e à frequência de colheita em distintas épocas do ano.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local do experimento, tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no período de abril de 2021 a abril de 2024, na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar da Universidade Federal Rural de Pernambuco (EECAC), localizada em Carpina-PE, Pernambuco, Brasil. (7 ° 51' 03'' S, 35° 15' 17'' W). O clima do local é do tipo As', de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como tropical seco (SILVA et al., 2014). A pluviosidade e temperatura média anual são 1.100 mm e 24,6 °C.



Figura 1. Localização do experimento na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar- UFRPE, Carpina-PE.

Foi realizado o preparo do solo da área experimental por meio de gradagem, sendo o solo classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018) como Argissolo amarelo Distrocoeso e de textura franco arenosa. A fertilidade do solo foi analisada no laboratório do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Brasil, apresentando na camada de 0-20 cm de profundidade, densidade de 1,20 g cm⁻³ e umidade de 8,19% e as seguintes características químicas: pH (H₂O) 4,7; P (Mehlich⁻¹) = 19 mg.dm⁻³; K = 0,27 cmolc.dm⁻³; Na = 0,045 cmolc.dm⁻³; Ca = 2,65 cmolc.dm⁻³; Mg = 1,90 cmolc.dm⁻³; Al =

0,20 cmolc.dm⁻³; soma de bases = 3,82 cmolc.dm⁻³; CTC= 5,02 cmolc.dm⁻³; V= 76,09 % e matéria orgânica = 2,77 g.kg⁻¹.

De acordo com a análise química do solo, foi realizada a adubação de formação, seguindo as recomendações de Cavalcanti (2008) para *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. As quantidades aplicadas foram 50 e 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, e K₂O, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram densidades de 10.000, 15.625 e 40.000 plantas.ha⁻¹, correspondendo ao espaçamento de plantio de 1,0 m x 1,0 m, 0,8 m x 0,8 m e 0,5 m x 0,5 m, respectivamente, bem como frequências de colheita (90 e 150 dias). As densidades de plantio foram alocadas nas parcelas principais e as frequências de colheita nas subparcelas. A área experimental foi de 748 m², com subparcelas de 16 m² e a parcela principal de 32 m².

2.2 Estabelecimento do experimento e coletas

As plantas foram propagadas por mudas produzidas em casa de vegetação no Departamento de Zootecnia da UFRPE. Utilizou-se sacos plásticos preenchidos com substrato solo e areia lavada e esterco na proporção de 3:1:1 e três sementes foram semeadas em cada saco. Antes da semeadura, foi realizada a escarificação das sementes por imersão em solução de ácido sulfúrico 98% (COOK et al., 2024).

Utilizou-se sementes do acesso 7G de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung, coletadas no município de Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco (classificado pelo herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco, IPA, Fomento Internacional do Brasil Ltda., FIB, nº02/2012) (QUEIROZ, 2012).

As mudas foram implantadas na área experimental em setembro de 2020. Em consequência dos baixos índices pluviométricos no período de estabelecimento do campo experimental, as plantas foram irrigadas por aspersão, em turno regra de 7 dias, durante três meses após o plantio, sendo realizadas capinas e uso de formicida, quando necessário.

Em abril de 2021 (200 dias após o transplantio), no início da época chuvosa, foi realizado o corte de uniformização. As colheitas seguintes foram realizadas de acordo com as frequências estudadas (90 e 150 dias). Assim, foram realizadas onze colheitas com frequência de 90 dias e sete colheitas com frequência de 150 dias (Figura 2), mantendo-se a altura de colheita de 20 cm.

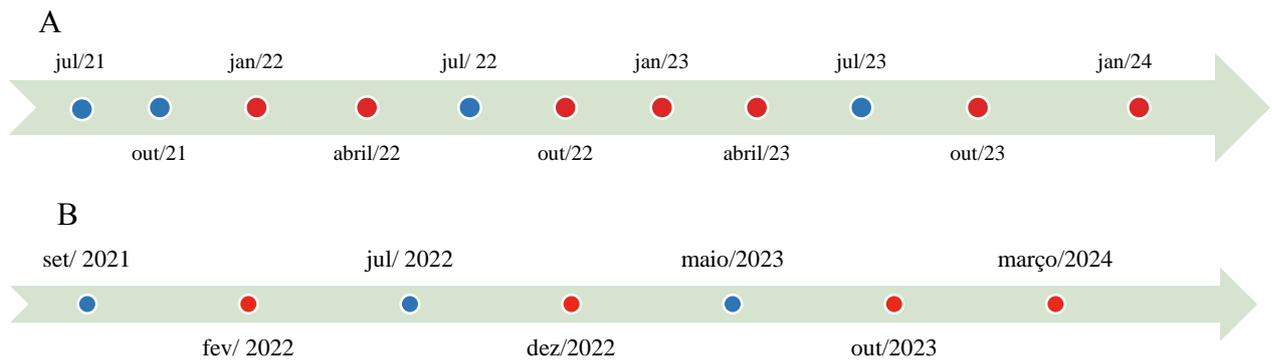


Figura 2. Linha do tempo das colheitas realizadas ao longo do período experimental, nas frequências de colheita 90 (A) e 150 dias (B) ● refere-se à época seca e ● refere-se à época chuvosa.

As épocas secas e chuvosas foram consideradas, conforme os dados meteorológicos ao longo do período experimental (Figura 3).

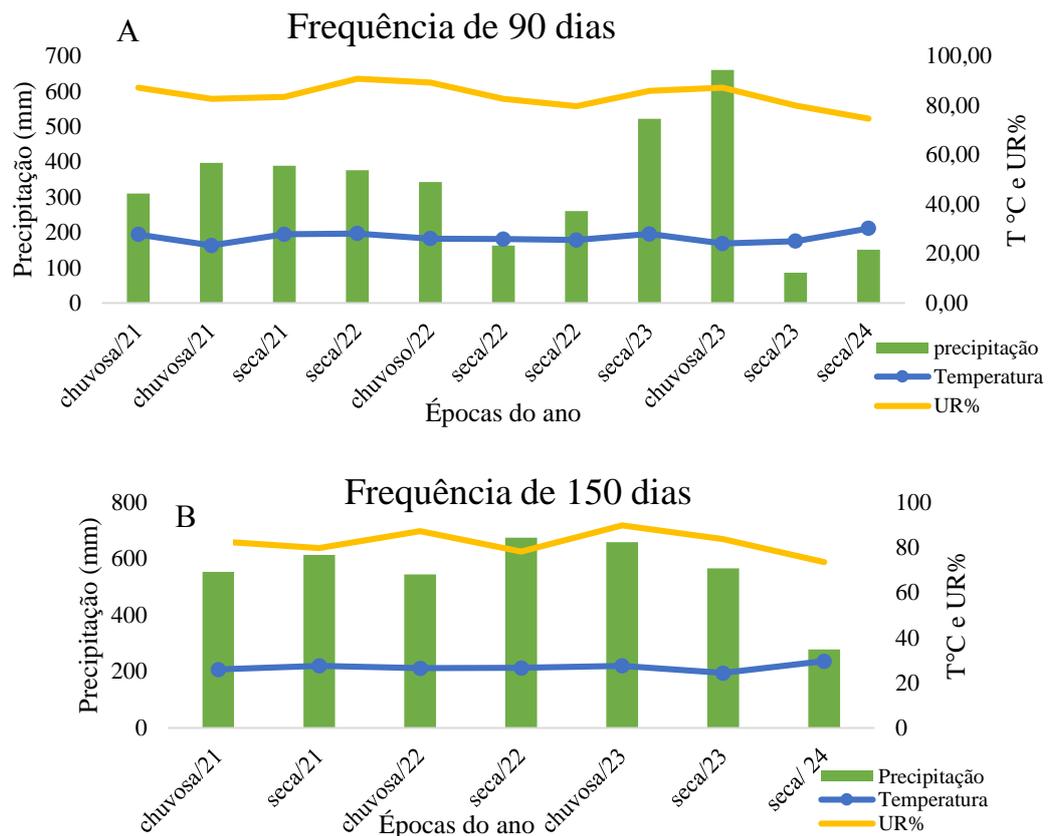


Figura 3. Temperaturas média e umidade relativa do ar e Precipitação pluviométrica no período de abril de 2021 a abril de 2024, nas frequências de colheita 90 (A) e 150 dias (B), na Estação Experimental Cana-de-açúcar, Carpina-PE (EECAC/UFRPE).

Dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação obtidos junto à Estação Experimental Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC) e à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2024).

A adubação de manutenção foi realizada a cada ano, no início do período chuvoso, seguindo as recomendações de Cavalcanti (2008) para *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. As quantidades aplicadas foram 50 e 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, e K₂O, respectivamente.

2.3 Avaliações morfológicas

As avaliações morfológicas foram realizadas, concomitantes às colheitas, nas quatro plantas centrais de cada subparcela, sendo as seguintes características avaliadas: altura da planta, largura da copa, comprimento de ramo (mensurados com trena métrica); comprimento e largura de folha, diâmetro do caule e do ramo (com uso de paquímetro); número de ramos primários e secundários por planta, folhas por ramo e folíolos (através de contagem); a área foliar foi obtida pela multiplicação entre o comprimento e largura da folha.

A altura da planta foi obtida do nível do solo ao ápice das plantas, sem esticar os ramos; a largura da copa foi obtida pela medida tomada no eixo perpendicular na copa da planta; o diâmetro de caule foi obtido na parte basal da planta, um centímetro acima do solo. Foram escolhidos dois ramos representativos da planta, em que foram mensurados o comprimento do ramo, medido da base dos respectivos ramos até seus ápices; o diâmetro do ramo, logo após sua base; o comprimento de folha, largura de folha e n° de folíolos foram obtidos de duas folhas centrais de cada ramo representativo.

2.4 Avaliações produtivas

As características produtivas foram avaliadas após a colheita, sendo consideradas três plantas centrais de cada subparcela. Cada planta, de forma individual, foi coletada e pesada imediatamente para obtenção da massa fresca. Posteriormente, o material vegetal foi fracionado em folhas, ramos e vagens (com sementes).

Em seguida, o material foi submetido a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, até o material atingir peso constante. Em seguida, foi pesado para obtenção do peso pré-seco e para estimar as características produtivas. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) de cada uma das frações, de acordo com Detmann et al. (2021).

As variáveis produtivas avaliadas foram: produção de folhas, produção de ramos e produção de vagens, além da produção de forragem, produção de matéria seca por planta, e produção anual, sendo determinada também a relação folha/caule, folha/vagem. Tais relações foram obtidas a partir da divisão do valor do peso seco da fração folha pelo da fração caule, assim com o valor do peso seco da fração vagem pelo da fração folha. A taxa de produção diária

foi obtida por fórmula matemática, de modo que a produção de forragem foi dividida pelo número de dias de crescimento.

A produção de forragem foi obtida pela utilização do método direto, obtida a partir da soma das frações folha+ ramos+ vagens, nas épocas chuvosa e seca, considerando as médias das colheitas realizadas em cada época, nos três anos estudados.

A produção por hectare foi calculada para cada densidade com base no número de plantas vivas alocadas por área, sendo as densidades e a produção multiplicadas pela taxa de sobrevivência.

No caso da produção anual, foi considerada a soma das produções das colheitas realizadas nas duas épocas do ano, nas frequências de 90 e 150 dias, para cada ano avaliado, sendo realizada quatro colheitas para frequência de 90 dias e duas colheitas para frequência de 150 dias.

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e suas pressuposições com auxílio do PROC MIXED do SAS® OnDemand For Academic Students (SAS INSTITUTE INC., 2014). Para fins de análise estatística, os dados foram examinados considerando um modelo estatístico em parcelas subdivididas, com as densidades de plantio na parcela, as frequências de colheita na subparcela e as épocas do ano na subsubparcela. Foram considerados como efeito fixo as densidades de plantio, as frequências de colheita e a época de colheita e suas interações. Os efeitos de bloco, ano de avaliação e os erros experimentais foram considerados aleatórios. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ou Teste F, à 5% de probabilidade. Assim, o modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + A_l + B_m + \epsilon_{ijklm} \text{ (Eq. I)}$$

Onde: Y_{ijklm} é a variável resposta; μ é a média geral; α_i é o efeito do i -ésimo nível de densidade de plantio; β_j é o efeito do j -ésimo nível de frequência de colheita; γ_k é o efeito do k -ésimo nível de época do ano; $(\alpha\beta)_{ij}$ é a interação entre densidade de plantio e frequência de colheita; $(\alpha\gamma)_{ik}$ é a interação entre densidade de plantio e época do ano; $(\beta\gamma)_{jk}$ é a interação entre frequência de colheita e época do ano; $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ é a interação entre densidade de plantio, frequência de colheita e época do ano; A_l é o efeito aleatório do l -ésimo ano; B_m é o efeito aleatório do m -ésimo bloco experimental; ϵ_{ijklm} é o erro aleatório associado à observação $ijklm$ no bloco lm .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados

3.1.2 Características morfológicas

Não houve efeito da densidade de plantio sobre as variáveis morfológicas avaliadas na Jureminha (Tabela 1), sendo as médias de 73,11cm, 58,17cm, para as variáveis altura de planta, largura de copa e sobrevivência 65,77% (Figura 4).

Tabela 1. Características morfológicas da Jureminha, em função da densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável	Densidade de plantio (Plantas.ha ⁻¹)			Média	EPM	P
	10.000	15.625	40.000			
Altura de planta (cm)	74	76	70	74	4,70	0,6373
Largura de copa (cm)	68	56	51	57	13,16	0,6396
Comprimento de ramo (cm)	41	39	40	40	3,15	0,9286
Número de folhas por ramos	9	9	8	8,5	1,70	0,7390
Número de ramos primários por planta	9	9	7	8	1,83	0,5788
Número de ramos secundários por planta	0,07	1	2	0,87	0,018	0,8323
Comprimento de folha por planta (cm)	5	5	5	5	0,83	0,8767
Largura de folha por planta (cm)	4	4	4	4	0,66	0,8536
Número de folíolos por folha	6	5	5	6	0,89	0,9572
Área foliar por planta (cm ²)	22	23	17	21	5,65	0,7283
Diâmetro de caule (cm)	1	1	1	1	0,060	0,5139
Diâmetro de ramo (cm)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,019	0,9354

EPM: Erro padrão da média.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) para interação da frequência de colheita e época do ano (Tabela 2) para a maioria das variáveis morfológicas, tais como altura de planta,

comprimento de ramo, número de folhas por ramo, comprimento e largura de folha, número de folíolos, área foliar, diâmetro de ramo e sobrevivência de plantas (Figura 4).

Tabela 2. Características morfológicas da Jureminha, em função da interação entre e épocas do ano e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Épocas do ano	Frequências de colheita (Dias)		Média	EPM	<i>P</i>
	90	150			
Altura de planta (cm)					
Chuvosa	63bA	106aA	85	5,17	<.0001
Seca	61aA	63aB	62		
Média	62	85			
Largura de copa (cm)					
Chuvosa	46	80	63	11,60	0,0616
Seca	48	59	54		
Média	47	69			
Comprimento de ramo (cm)					
Chuvosa	32 bA	54 aA	43	3,55	0,0005
Seca	38aA	35aB	36		
Média	35	44			
Número de ramos primários por planta					
Chuvosa	6	10	8	1,61	0,1478
Seca	5	12	8,5		
Média	5b	11a			
Número de ramos secundários por planta					
Chuvosa	0,80	1	0,9	0,58	0,1173
Seca	2	0,33	1		
Média	1,28	0,8			
Número de folhas por ramo					
Chuvosa	9 aA	10 aA	9,5	1,50	0,0002
Seca	11 aA	5 bB	8		
Média	10	7,5			

Continua...

Comprimento de folha por planta (cm)					
Chuvosa	5 aA	6 aA	5,5	0,7342	0,0005
Seca	5 aA	3 bB	4		
Média	5	4,5			
Largura de folha por planta (cm)					
Chuvosa	4 aA	5 aA	4,5	0,59	0,0065
Seca	4 aA	3 aB	3,5		
Média	4,	4			
Número de folíolos por folha					
Chuvosa	5 aA	6 aA	5,55	0,7888	0,0017
Seca	6 aA	4 bB	5		
Média	5,5	5			
Área foliar por planta (cm ²)					
Chuvosa	26 aA	29 aA	27,5	4,98	0,0055
Seca	20 aA	8 bB	14		
Média	23	18,5			
Diâmetro de caule (cm)					
Chuvosa	1,2	1,2	1,2A	0,066	0,9463
Seca	0,86	0,96	0,91B		
Média	0,965	1,06			
Diâmetro de ramo (cm)					
Chuvosa	0,19bA	0,31 aA	0,25	0,022	0,0008
Seca	0,23aA	0,20 aB	0,22		
Média	0,21	0,255			

Segundo o teste Tukey ($p > 0,05$), os valores seguidos de letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si.

EPM: Erro padrão da média.

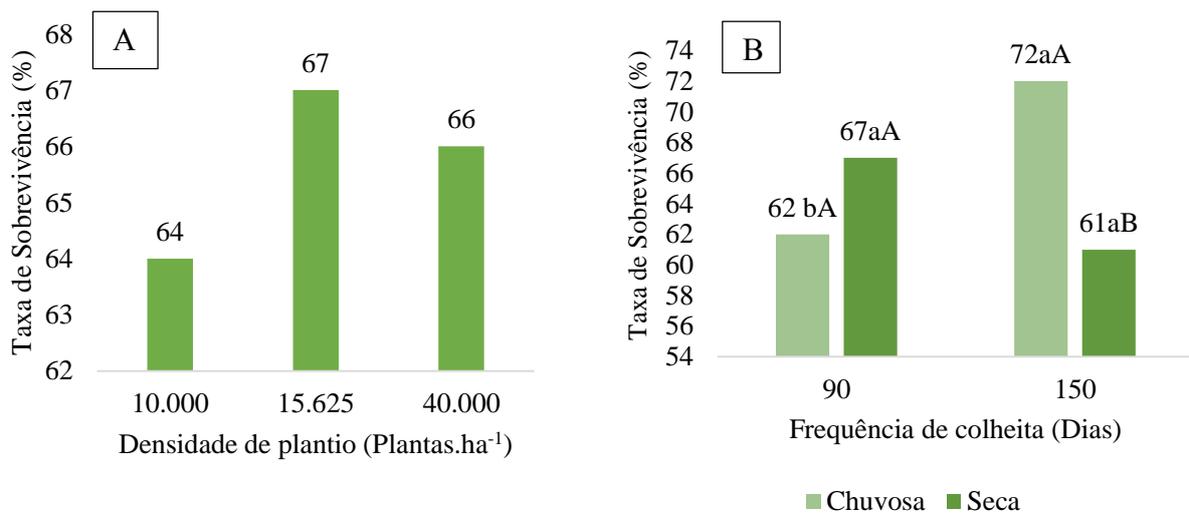


Figura 4. Taxa e sobrevivência (%) da Jureminha, em função das densidade de plantio (A) ($P = 0,0137$; EPM: 3,01 e) e da interação entre épocas do ano e frequências de colheita (B) ($P = 0,7673$ e EPM: 3,35).

Letras maiúsculas comparam entre as épocas da colheita e as letras minúsculas entre as frequências de colheita pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Durante o período chuvoso, as plantas colhidas com frequência de 150 dias (Tabela 3) apresentaram maior altura (106 cm), comprimento de ramo (54 cm), assim como também foi observado maior área foliar (29 cm²), ramos com maior diâmetro (0,31 cm) e maior sobrevivência de plantas (72%) (Figura 4).

As colheitas realizadas aos 90 dias de idade, na época seca, não diferiram das plantas colhidas na época chuvosa, tendo maior número de folhas (10,50), folhas com maior tamanho em comprimento (5,26 cm) e largura (3,97 cm), número de folíolos (6,08) e área foliar (20,20 cm²).

3.1.2 Características produtivas

As frequências de colheita e as épocas do ano não afetaram as variáveis de produções da Jureminha de forma isolada ($p > 0,05$).

Não houve efeito significativo ($p < 0,05$) das densidades de plantio nas variáveis produtivas da Jureminha (Tabela 3).

Tabela 3. Características produtivas da Jureminha, em função da densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável	Densidade de plantio			Média	EPM	P
	(Plantas.ha ⁻¹)					
	10.000	15.625	40.000			
Produção de matéria seca por planta (g.MS.planta)	52	55	33	47	9,3	0,1952
Produção de ramos (kg MS.ha ⁻¹ .corte)	304	452	710	489	95,7	0,2593
Produção de folhas (kg MS.ha ⁻¹ .corte)	59	80	127	89	36,8	0,5137
Produção de vagens (kg MS.ha ⁻¹ .corte)	6	12	11	10	7,87	0,8613
Produção de forragem (kg MS.ha ⁻¹ .corte)	350	588	1068	669	122,6	0,3254
Taxa de produção diária (kg MS.dia ⁻¹)	5	7	12	8	2,16	0,0512
Relação folha/ramo	0,38	0,36	0,38	0,37	0,0502	0,9171
Relação vagem/folha	0,15	0,20	0,13	0,16	0,129	0,9361

EPM: Erro padrão da média.

Ocorreu efeito significativo da interação entre épocas do ano e frequência de colheita sobre produção de matéria seca por planta e produção de folhas, ramos, forragem, taxa de produção diária e as relações folha/ramo e vagem/folha da Jureminha (Tabela 4).

A diminuição na frequência de colheita (150 dias) promoveu aumento na produção de matéria seca por plantas, assim como a produção de forragem aumentou a quantidade produzida em relação à produção obtida quando as plantas foram manejadas com intervalos aos 90 dias de colheita durante a época chuvosa (Tabela 4). Todavia, essa planta apresentou menor relação folha/ramo (0,18), em detrimento ao aumento na produção de ramos, sendo que não houve acréscimo significativo para a produção de folhas com o aumento no intervalo entre as colheitas na época chuvosa. O mesmo comportamento foi observado para a taxa de produção diária, havendo acréscimo duas vezes maior com a redução na frequência das colheitas (150 dias), levando a planta a produzir 12 kg MS.dia⁻¹.

Tabela 4. Características produtivas da Jureminha, em função da interação entre e épocas do ano e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Época do ano	Frequência de colheita		Média	EPM	P
	(Dias)				
	90	150			
Produção de matéria seca por planta (g.MS)					
Chuvosa	30bA	68aA	52	8,44	0,0076
Seca	28bA	54aB	41		
Média	29	61			
Produção de folhas (kg MS.ha ⁻¹ .corte)					
Chuvosa	120aA	128 aA	124	27,13	0,0189
Seca	83 bB	119aA	101		
Média	102	124			
Produção de ramos (kg MS ha ⁻¹ .corte)					
Chuvosa	269bA	738aA	504	71,5	<.0001
Seca	218bA	731aA	475		
Média	245	735			
Produção de vagens (kg MS ha ⁻¹ .corte)					
Chuvosa	16	7	12	6,99	0,2556
Seca	11	5	8		
Média	13,5	6			
Produção de forragem (kg MS ha ⁻¹ .corte)					
Chuvosa	298 bA	1.333 aA	816	113.2	0,0129
Seca	302bA	774aB	538		
Média	300	1054			
Taxa de produção diária (kg MS dia ⁻¹)					
Chuvosa	5 bA	12 aA	9	1,53	0,0299
Seca	5 aA	8 aB	7		
Média	5	10			

Continua...

Relação folha/ramo					
Chuvosa	0,58 aA	0,18bA	0,38	0,049	0,0349
Seca	0,69aA	0,042bA	0,37		
Média	0,64	0,11			
Relação vagem/folha					
Chuvosa	0,29a A	0,08bA	0,18	0,095	0,0493
Seca	0,14aB	0,13aA	0,13		
Média	0,21	0,11			

Segundo o teste Tukey ($p>0,05$), os valores seguidos de letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si.

EPM: Erro padrão da média.

Para as plantas submetidas à frequência de colheita de 150 dias, foi observada maior produção durante a época chuvosa tanto para a produção de matéria seca por planta (68 g.MS) quanto para a produção de ramos (738 kg MS.ha⁻¹) e forragem (1.333 kg MS.ha⁻¹).

Não houve efeito significativo dos fatores testados sobre a produção anual da Jureminha ($p>0,05$), como demonstra as Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Produção anual da Jureminha, em função das frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável (Kg MS.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Frequência de colheita		Média	EPM	P
	90 dias	150 dias			
Produção de ramos	1.657	1.569	1.613	226	0,126
Produção de folhas	336	250	293	92,4	0,9692
Produção de vagens	49	12	31	23,4	0,9067
Produção de forragem	2.042	1.831	1.936	320,2	0,0717

EPM: Erro padrão da média.

Tabela 6. Produção anual da Jureminha, em função das densidades de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável (Kg.MS.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Densidade de plantio (Plantas.ha ⁻¹)			Média	EPM	P
	10.000	15.625	40.000			
Produção de ramos	1.451	2.330	3.320	2.367	374,17	0,1671
Produção de folhas	734	792	965	830	153,03	0,1369
Produção de vagens	35	78	70	61	12,52	0,5861
Produção de forragem	2.212	2.200	4.354	2.921	299,3	0,4756

EPM: Erro padrão da média.

3.2 Discussão

A maior altura de planta (106 cm), comprimento de ramo (54cm) e diâmetro de ramo (0,31 cm) da Jureminha (Tabela 2) na frequência de colheita 150 dias pode ser relacionada ao maior tempo de recomposição dos tecidos e suas interações com fatores abióticos, como água, luz e temperatura, entre outros.

Nesse sentido, Silva (2020) observou que os genótipos de *Desmanthus* spp., ao serem submetidos a frequências de colheita (60, 90, 120 e 150 dias) na Zona da Mata Norte de Pernambuco, apresentaram na frequência de 150 dias, plantas com maior altura (129 cm), assim como ramos mais espessos e mais compridos.

As colheitas menos frequentes puderam permitir à planta maior tempo para a recuperação da área foliar, além de proporcionar um maior estoque de compostos de reserva, a fim de ser utilizado como fonte de energia. Com isso, propiciar maior rapidez no reestabelecimento da parte aérea, enquanto frequências maiores aumentam a quantidade de biomassa removida ao longo do ano (DINIZ et al., 2021).

Silva Neto et al. (2024) avaliaram as características morfológicas, estruturais e produtivas de leguminosas com diferentes hábitos de crescimento, submetidas a distintas frequências de colheita (60 e 90 dias), na Zona da Mata Norte de Pernambuco. Foi observado que sob colheita de 90 dias, o diâmetro de ramo da Jureminha foi de 0,44cm. Resultado esse maior do que o observado no presente trabalho, visto que o aumento do intervalo entre as colheitas promove o maior alongamento dos ramos, concentrando a utilização de carboidratos de reserva como fonte de energia para o restabelecimento da parte aérea que foi colhida, de modo a favorecer o crescimento primário da planta (MEDEIROS et al., 2022).

A redução no crescimento das plantas, em termos de altura, comprimento de ramo,

comprimento, largura, área de folha e diâmetro de caule na época seca (Tabela 2) pode ser associada ao menor acúmulo de chuva que aconteceu durante o período de rebrotação (Figura 3). Costa (2020) observou que a Jureminha colhida nos períodos secos tendeu a reduzir as taxas de incremento na altura de planta e expansão de copa ($0,12$ e $0,24$ cm.dia^{-1} , respectivamente), quando comparada às colheitas realizadas em períodos chuvosos ($1,35$ e $1,33$ cm.dia^{-1}).

Esse comportamento pode estar associado ao mecanismo de regulação fisiológica da planta, pois apresenta via metabólica para a fixação do carbono e para a fotossíntese diretamente no ciclo de Calvin, tratando assim de uma planta C_3 . Desse modo, possui menor eficiência no uso de água em relação às plantas C_4 e CAM (MOURA et al., 2020). Devia et al. (2020) mencionam que as plantas forrageiras nos trópicos crescem lentamente durante os períodos de baixa precipitação e alta temperatura, e que cortes feitos em leguminosas forrageiras em diferentes estações (estação seca vs estação chuvosa) e em diferentes fases de desenvolvimento (reprodutiva vs vegetativa) podem influenciar a rebrota seguinte.

Durante a época chuvosa, quando manejada com colheitas menos frequentes (150 dias), a Jureminha alterou as características morfológicas das folhas (Tabela 2). Quando comparada com a época seca, observou-se a redução no número de folhas e no comprimento, largura, número de folíolos e área foliar. Tal fato dá-se pelo maior tempo que as plantas passaram no campo sendo expostas, muitas vezes, às condições adversas ao longo do extenso período de rebrotação. Devido à sua capacidade fenotípica, a planta adapta-se de forma a reduzir sua área foliar, visando diminuir a perda de água via transpiração. Essa redução é atribuível à inibição da expansão foliar pela taxa declinada de divisão celular, o que resulta em perda de turgidez celular (BANGAR et al., 2019).

Desse modo, pode ter ocorrido redução nos produtos fotossintéticos sintetizados pela folha, uma vez que essa é a parte principal da planta onde ocorre a fotossíntese. Com isso, o desenvolvimento ideal das folhas e a manutenção de uma área foliar adequada são vitais para a fotossíntese, que por sua vez é o principal motor do crescimento das plantas (KAPOOR et al., 2020).

Ressalta-se que a redução do aporte hídrico ao solo afeta diretamente as características morfofisiológicas das plantas, principalmente o crescimento de tecidos foliares, ao passo que a condição de estresse provoca o aumento do nível hormonal do ácido abscísico (ABA) (CORTES et al., 2019). Com isso, promove o fechamento dos estômatos, provocando a diminuição da transpiração. Tal situação ocorre de forma mais acentuada em estações secas

quando a planta, através da raiz, envia sinais de estresse, levando a redução nas taxas de crescimento (KAPOOR et al., 2020). Nesse sentido, acontece a redução da extensibilidade da parede e do turgor celular (SELEIMAN et al., 2019).

Foi observado que a Jureminha, mesmo sendo uma planta adaptada às condições de aridez, apresentou redução de crescimento na época seca (MWANGI et al., 2021), visto que é uma planta C3, de menor velocidade de crescimento (TAIZ et al., 2017). Corroborando com o estudo de Costa (2020), com *D. pernambucanus* manejado sob intensidade de colheita de 20 e 40 cm, cultivado em distinto espaçamento de plantio e condições ambientais similares ao do presente estudo, observou-se que nas colheitas realizadas em períodos secos ocorreu redução nas taxas morfogênicas de aparecimento, alongamento e expansão foliar (0,017 folha.dia⁻¹; 0,0031 e -0,008 cm.dia⁻¹, respectivamente) quando comparadas às colheitas realizadas em períodos chuvosos (0,19 folha.dia⁻¹; 0,04 e 0,02 cm.dia⁻¹).

Medeiros et al. (2022) também observaram redução em características morfológicas, sendo de 50% no número de folhas entre o período chuvoso (20) e seco (10), quando submeteram *D. pernambucanus* a colheitas a cada 84 dias, sob manejo de colheita com intensidade de 20 e 40 cm, na região da Zona da Mata de Pernambuco. Isso pode acontecer devido à diminuição da umidade do solo que provoca uma redução no teor de água foliar, o que, por sua vez, induz um declínio da pressão do turgor das células-guarda devido ao fechamento dos estômatos (DEKA et al., 2018).

Com relação às dimensões foliares (Tabela 3), ao diminuir o aporte hídrico no solo devido ao menor volume e maior irregularidade de chuvas durante a época seca, as raízes absorveram menos água e nutrientes. Logo, isso pode ter promovido redução da expansão das células da planta, principalmente das folhas, diminuindo a superfície delas e, conseqüentemente, a absorção de luz. Além disso, tal resultado corrobora com a ideia de que as plantas reduzem o tamanho das folhas para não desperdiçar água para o ambiente, quando submetidas ao estresse hídrico. De acordo com Caron et al. (2012), o menor tamanho de folha promove o surgimento de camadas subepidérmicas e de tecido esclerenquimático e ambos atuam como estratégia para aumentar a resistência cuticular contra a perda de água.

A média de diâmetro de ramo nesse estudo foi de 0,31 cm (Tabela 2), valor esse menor ao encontrado por Silva Neto et al. (2024), em que o diâmetro de ramo (0,44cm) foi maior quando a Jureminha foi submetida a uma menor frequência de colheita (90 dias).

O diâmetro de ramo da Jureminha, resultante do estresse hídrico no período seco, reduziu de tamanho como forma de adaptação às condições climáticas, resguardando sua

capacidade de rebrota que se deu em decorrência da diminuição dos vasos condutores de seiva, promovendo o menor translocamento das reservas orgânicas (FIGUEIREDO et al., 2013).

As plantas submetidas às condições de estresse hídrico reduziram o crescimento (Tabela 2), fato decorrente da diminuição do processo fotossintético atribuído principalmente ao declínio da concentração de CO₂ no mesófilo (NEZHADAHMADI et al., 2013), o que afetou a atividade de Rubisco (KAPOOR et al., 2020).

As alterações morfológicas (Tabelas 1 e 2) podem ser resultantes da expansão foliar restrita (LIU et al., 2021) e da capacidade fotossintética reduzida (QUEIROZ et al. 2021) sob déficit hídrico, o que pode constituir um mecanismo de adaptação da Jureminha a tais condições: reduzindo a exposição das folhas reduz-se, portanto, a área de superfície para perda de água. Queiroz (2016) avaliou o 89F e AusT sob suspensão hídrica de 7 e 21 dias e observou que, como estratégia, a planta diminuiu a superfície transpirante e o gasto metabólico para manutenção dos tecidos. Assim, a manutenção de folhas verdes dos acessos na suspensão hídrica de 21 dias pode ser um indicativo de tolerância à seca. Provavelmente, como resposta à suspensão hídrica, esses acessos (89F e AusT) produziram novas folhas com menor tamanho.

A taxa de sobrevivência de plantas (Figura 4) foi maior na frequência de colheita aos 150 dias e na época chuvosa (72%,). Isso, porque, o efeito do manejo de colheita menos frequente afeta diretamente a velocidade de crescimento da planta (SILVA NETO et al., 2024). Medeiros et al. (2022) avaliaram a Jureminha cultivada sob diferentes densidades de plantio (10.000, 15625, 40.000 plantas.ha⁻¹), manejada com frequência de colheita de 84 dias, com intensidade de colheita a 20 e 40 cm. Observaram que a maior densidade de plantio promoveu redução na sobrevivência das plantas (66%).

O cultivo sob baixa densidade de plantio (10 mil plantas.ha⁻¹) e o manejo da Jureminha com colheita menos frequente (150 dias) na época chuvosa proporcionou menor competição intraespecífica por recursos abióticos, ocasionando maior crescimento das plantas (Tabela 2).

A menor frequência de colheita (150 dias) realizada durante a época chuvosa proporcionou maior produção de matéria seca por planta, produção de ramos e de forragem e menor relação folha/ramo (Tabela 4), em função do surgimento e desenvolvimento dos ramos (Tabela 2) e da redução na produção de folhas (Tabela 4). Em contrapartida, Silva Neto et al. (2024), ao avaliarem leguminosas submetidas a duas frequências de colheita (60 e 90 dias) na Zona da Mata Norte de Pernambuco, observaram que o efeito da frequência de colheitas menores (90 dias) proporcionou o aumento do acúmulo de caules da Jureminha (995 kg MS.ha⁻¹), na produção de folhas (546 kg MS.ha⁻¹), vagens (266 kg MS.ha⁻¹) e na produção total (1.403

kg MS.ha⁻¹), visto que o manejo de colheitas menos frequentes permite maior tempo para recuperação da área foliar das plantas.

Encontrou-se resultado com menores valores de produtividade, em comparação com as respostas de Silva (2020), que observou que sob frequência de colheita de 150 dias durante o período chuvoso, a produção de matéria seca total por corte foi de 3.532,5 kg MS.ha⁻¹, sendo que a produção de caule e folhas média alcançada foi de 1.928,6 kg MS.ha⁻¹ e 537,8 kg MS.ha⁻¹.

Maior produção de matéria seca por planta (68 g.MS), produção de folhas (128 kg MS.ha⁻¹), de ramos (738 kg MS.ha⁻¹), de forragem (1.333 kg MS.ha⁻¹) e taxa de produção diária (12 kg MS.dia⁻¹) ocorreu durante a época chuvosa (Tabela 5). De forma geral, esse aumento ocorre devido às condições climáticas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da planta (Tabela 2). Com isso, o aumento no número de folhas e tamanho, conseqüentemente elevou a produtividade por área. Tais resultados são superiores aos encontrados por Medeiros et al. (2022), que avaliaram a jureminha manejada com frequência de colheita de 84 dias, independente da intensidade de colheita aplicada, apresentando menor produtividade durante as colheitas realizadas no período seco, quanto à produção individual por planta (2,4 g.MS.corte⁻¹), produção de folhas (40 kg MS.ha⁻¹.corte⁻¹), de ramos (29,6 kg MS.ha⁻¹.corte⁻¹) e de forragem (70,2 kg MS.ha⁻¹.corte⁻¹).

A relação folha/ramo e a relação vagem/folha da Jureminha foi superior quando as plantas foram colhidas na época chuvosa e na frequência de 90 dias (Tabela 4). As colheitas realizadas nos períodos secos podem contribuir para maior esgotamento dos carboidratos de reserva, reduzir a taxa de crescimento da planta forrageira, tornando sua recuperação mais lenta. Justamente é o que Costa (2020) observou em sua pesquisa: as taxas de aparecimento de folhas ficam menores no período seco (0,019 folha dia⁻¹), em comparação com o período chuvoso (0,19 folhas dia⁻¹) para a jureminha acesso 7G cultivada na Zona da Mata Subtropical em Pernambuco. Isso se dá porque, em condições de estresse, as plantas crescem de forma mais lenta, reduzindo a emissão de folhas para diminuir a área transpirante, o que resulta em menor relação F/R.

A relação folha/ramo de uma leguminosa interfere no consumo de forragem pelos ruminantes. Sendo assim, é importante que as plantas forrageiras apresentem alta relação folha/caule, pois as folhas tendem a ter maiores concentrações de nutrientes em comparação aos caules, o que afeta diretamente o valor nutritivo da forrageira (CALADO et al., 2016).

O cultivo da Jureminha, com colheita menos frequentes aos 150 dias na época chuvosa,

provavelmente reduziu a competição intraespecífica por recursos e promoveu maior rendimento por planta (Tabela 4). Quando as condições ambientais são favoráveis e a frequência de colheita é baixa, cada planta individual pode expressar todo o seu potencial produtivo, atrelado ao número de plantas por área que pode ser insuficiente para que a produtividade seja máxima (MEDEIROS et al., 2022).

Com a adoção de frequência de colheita de 90 dias, podendo chegar a ser realizada quatro colheitas ao longo do ano, observou-se aumento na produção de forragem anual (2.042 kg MS.ha⁻¹.ano⁻¹) e produção menor que o obtido no trabalho de Silva Neto (2024), que obteve acúmulo de forragem no ciclo de cultivo de 270 dias, sob frequência de colheita de 90 dias, 4.210 kg MS.ha⁻¹.ciclo⁻¹.

O cultivo da Jureminha, independente da densidade de plantio (10.000 e 15.625 e 40.000 plantas.ha⁻¹) e sob manejo de colheita com frequência menor (150 dias) na época chuvosa, reduziu a competição intraespecífica por recursos e promoveu maior rendimento por planta e por área (Tabela 4).

4. CONCLUSÕES

A densidade de plantio não promove alteração nas características morfológicas e produtivas da Jureminha.

A frequência de colheita de 150 dias na época chuvosa propicia maior crescimento e produtividade da Jureminha. Na frequência 90 dias, a Jureminha mantém estável seu crescimento e a produção de ramos e de forragem, independente da época do ano.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANGAR, P. et al. Morphophysiological and biochemical response of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] varieties at different developmental stages under drought stress. **Turkish Journal of Biology**, v.43, p.58–69, 2019. DOI 10.3906/biy-1801-64

BRAGA, G.J. et al. Liveweight gain of beef cattle in *Brachiaria brizantha* pastures and mixtures with *Stylosanthes guianensis* in the Brazilian savannah. **Grass Forage Science**, v. 00, p.1–10, 2020. DOI: 10.1111/gfs.12473

CALADO, T.B. et al. Morphology and productivity of “Jureminha” genotypes (*Desmanthus* spp.) under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, p.742-752, 2016. DOI: 10.1590/1983-21252016v29n326rc

CARON, B.O. et al. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada

em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v.36, p.833-842, 2012. DOI: 10.1590/S0100-67622012000500005

CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3ª edição revisada** (p. 212). Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, 2008.

COSTA, J.C. et al. Genetic diversity of *Desmanthus* sp. accessions using ISSR markers and morphological traits. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n.2, p.1-9, 2017. DOI:10.4238/gmr16029667.

COSTA, M.N.F. **Caracterização morfológica e estrutural de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung sob diferentes densidades de plantio e altura de colheita**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 51f, 2020.

COOK, B. et al. **Tropical Forages: an interactive selection tool** – Digital ISBN 9789586942348. Disponível

em:<http://tropicalforages.info/text/entities/desmanthus_pernambucanus.htm>. Acesso em: abril de 2024.

CORTES, J.S.A. et al. Principales reguladores hormonales y sus interacciones em el crecimiento vegetal: Main hormonal regulators and their interactions in plant growth, **NOVA**, v.17, n.32, p:109-129, 2019. DOI:10.22490/24629448.3639

DEKA, D.; SINGH, A.K.; SINGH, A.K. Effect of drought stress on crop plants with special reference to drought avoidance and tolerance mechanisms: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, p.2703–2721, 2018. DOI:10.20546/ijcmas.2018.709.336

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Editor, E. Detmann- 2. ed.- Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2021, 350 p.

DEVIA, D.C.; LOZANO, E.S.; SERRANO, R.C. Effects of different regrowth ages and cutting heights on biomass production, bromatological composition and *in vitro* digestibility of *Guazuma ulmifolia* foliage. **Agroforestry Systems**, v.94, p.1199–1208, 2020. DOI:10.1007/s10457-019-00354-y

DINIZ, W.P.S. et al. (2021). Morphological, productive, and nutritional characterization of *Desmanthus* spp. accessions under different cutting intensities. **Agroforestry Systems**, v. 95, p.571–581, 2021. DOI: 10.1007/s10457-021-00609-7

DUBEUX JR, J. C.; SOLLENBERGER, L. E. **Nutrient Cycling in Grazed Pastures**. In: Management Strategies for Sustainable Cattle Production in Southern Pastures. p. 59-75.

- Academic Press. 2020. DOI:10.1016/B978-0-12-814474-9.00004-9
- EUGÈNE, M.; KLUMPP, K.; SAUVANT, D. Methane mitigating options with forages fed to ruminants. **Grass and Forage Science**, v.76, n.2, p.196-204, 2021. DOI:10.1111/gfs.12540
- FIGUEIREDO, P.A.M. et al. Morph anatomical changes of sugar cane leaves in phase of establishment under weed competition. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.777-784 2013. DOI: 10.1590/S0100-83582013000400003
- HUMPLÍK, J.F. et al. To stimulate or inhibit? that is the question for the function of abscisic acid. **Trends in Plant Science**, v.22, p.830-841, 2017. DOI: 10.1016/j.tplants.2017.07.009
- JENSEN, E. S. et al. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. **Agronomy for Sustainable Development**, v.40, n.1, p.1–9, 2020. DOI: 10.1007/s13593-020-0607-x.
- JUSTES, E. P. et al. Influence of summer sowing dates, N fertilization and irrigation on autumn VSP accumulation and Dynamics of spring regrowth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.111-121, 2002. DOI: 10.1093/jxb/53.366.111
- LEITE, L.P. et al. Modeling mensurational relationships of plantation-growth loblolly pine (*Pinus taeda* L.) in Uruguay. **Forest Ecology and Management**, v.289, p.455-462, 2012. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.10.016
- KAPOOR, D. et al. The impact of drought in plant metabolism: How to exploit tolerance mechanisms to increase crop production. **Applied Sciences**, v.10, p.5692, 2020. DOI: 10.3390/app10165692
- LIU, M. et al. Forage accumulation and radiation use of alfalfa under deficit irrigation. **Crop Science**, v.61, n.3, p. 2190-2202, 2021. DOI:10.1002/csc2.20480
- MPANZA, T.D.E.; HASSEN, A. Effects of *Stylosanthes scabra* forages supplementation on in vitro gas production and fibre degradation of *Eragrostis* grass hay. **Agricultural Sciences**, v.14, p.522–540, 2023. DOI: 10.4236/as.2023.144035
- MOURA, E.A. et al. Relation of plant height and cladode number of cactus little sweet clone consorted with pornunça. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.54, n.2, p. 279-288, 2020.
- MWANGI, F.W. et al. Growth performance and plasma metabolites of grazing beef cattle backgrounded on *Buffel* or *Buffel-Desmanthus* mixed pastures. **Animal**, v.11, p.2355, 2021. DOI:10.3390/ ani11082355
- NEZHADAHMADI, A.; PRODHAN, Z.H.; FARUQ, G. Drought tolerance in wheat. **The Scientific World Journal**, v.2013, 2013. DOI: 10.1155/2013/610721

- QUEIROZ, I.V. et al. Respostas na biomassa e químicas de acessos de *Desmanthus* spp. submetidos a privação de água. **Revista Caatinga**, v.34, n.4, p.937-944, 2021. DOI: 10.1590/1983-21252021v34n421rc
- QUEIROZ, I.V. **Ocorrência e germinação de sementes de *Desmanthus* sp. coletadas no Semiárido pernambucano**. 2012. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- RODRIGUES, L.S. et al. Ingestive behavior of heifers in sorghum implanted with different population arrangements. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, n.6, p. 2025-2033, 2019. DOI:10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p3365
- SANTOS, M.V.F. et al. **Pastagens nativas em diferentes ecossistemas**. In: Pastagens tropicais: Dos fundamentos ao uso sustentável. Editora: Santos, M.V.F, Visconde do Rio Branco-MG 2023, p. 260.
- SILVA, L.S. **Respostas morfológicas e produtivas de genótipos de *Desmanthus* a intervalos de corte, na Zona da Mata de Pernambuco**. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 79 f, 2020.
- SILVA NETO, A J. et al. Herbaceous forage legumes with diverse structural traits can display similar productive responses under different harvest frequencies. **Ciência Rural**, v. 54, 2024. DOI:10.1590/0103-8478cr20220440
- SELEIMAN, M.F. et al. Integrative effects of rice-straw biochar and silicon on oil and seed quality, yield and physiological traits of *Helianthus annuus* L. Grown under water deficit stress. **Agronomy**, v.9, n.63, p.1-21, 2019. DOI: 10.3390/agronomy9100637
- SILVA, A.O. et al. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. **Irriga.**, p.46-60, 2014. DOI: 10.15809/irriga.2014v19n1p46
- SUYBENG, B. et al. Methane emissions and the use of *Desmanthus* in beef cattle production in northern Australia. **Animal**, v.9, n.8, p.542, 2019. DOI: 10.3390/ani9080542
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888p.
- VERLOOVE, F.; BORGES, L.M. On the identity and status of *Desmanthus* (Leguminosae, Mimosoid clade) in Macaronesia. **Collectanea Botanica**, v.37, p.e007, 2018. DOI: 10.3989/collectbot.2018.v37.007

CAPÍTULO 3

**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTIO E FREQUÊNCIA DE COLHEITA NO
VALOR NUTRITIVO E CINÉTICA RUMINAL DA *Desmanthus pernambucanus* (L.)
Thellung**

RESUMO

A inclusão de leguminosas forrageiras na dieta de ruminantes tem potencial de aumentar a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas pecuários. A avaliação do potencial nutricional das leguminosas nativas é premissa básica para a sua inclusão na dieta dos animais. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de densidades de plantio (10.000, 15.625 e 40.000 plantas.ha⁻¹) e frequências de colheita (90 e 150 dias) sobre o valor nutritivo e cinética ruminal da forragem de Jureminha colhida em diferentes épocas do ano, durante três anos. O experimento foi conduzido em parcelas subdividas, sob delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As densidades de plantio foram avaliadas nas parcelas e frequências de colheita nas subparcelas. As densidades de plantio não afetaram o valor nutritivo da forragem produzida. Observou-se efeito isolado das épocas de colheita, sendo encontrado na época chuvosa forragem com maior teor de proteína bruta (213 g.kg⁻¹MS) e fração B1+B2 da proteína. Entretanto, a matéria seca, hemicelulose, carboidratos totais e fração A e C da proteína, foram menores nessa época. Houve efeito da interação frequência de colheita x época de colheita, em que, na frequência de 150 dias durante o período chuvoso, a forragem da Jureminha apresentou maiores concentrações de matéria seca (367g.kg⁻¹MN), fibra em detergente neutro (584 g.kg⁻¹MS). Na frequência de colheita de 150 dias, durante a época chuvosa, a forragem colhida apresentou maior volume de gás pela fermentação dos carboidratos não fibrosos (28 mL) e fibrosos (64 mL), taxas de fermentação dos carboidratos não fibrosos (0,058 %.h⁻¹) e fibrosos (0,017 %.h⁻¹), lag time (5h) e produção total de gases (94 mL.g⁻¹ MS). A densidade de 10.000 plantas.ha⁻¹ na época chuvosa propiciou forragem com menor volume de gases produzidos pela degradação dos carboidratos não fibrosos, enquanto a frequência de corte de 150 dias na época chuvosa resultou na forragem com maior valor nutritivo.

Palavras-chaves: composição bromatológica; espaçamento entre plantas; fracionamento de carboidratos e proteína; leguminosa nativa; produção de gases.

ABSTRACT

The inclusion of forage legumes in ruminant diets has the potential to increase the productivity and sustainability of livestock systems. Evaluating the nutritional potential of native legumes is a basic premise for their inclusion in animal diets. With this in mind, the aim was to evaluate the effect of planting densities (10,000; 15,625 and 40,000 plants.ha⁻¹) and harvesting frequencies (90 and 150 days) on the nutritional value and rumen kinetics of Jureminha forage, harvested at different times of the year over three years. The experiment was conducted in

subdivided plots, under a randomized block design, with four replications. Planting densities were evaluated in the plots and harvesting frequencies in the subplots. The planting densities did not affect the nutritional value of the forage produced. There was an isolated effect of the harvesting seasons, with forage with higher crude protein content (213 g.kg⁻¹MS) and the B1+B2 fraction of protein being found in the rainy season; however, dry matter, hemicellulose, total carbohydrates and the A and C fraction of protein were lower in this season. There was an effect of the harvest frequency x harvest season interaction, where at the 150-day frequency during the rainy season, the Jureminha forage had higher concentrations of dry matter (367g.kg⁻¹DM) and neutral detergent fiber (584 g.kg⁻¹DM). At a harvest frequency of 150 days, during the rainy season, the forage harvested had a higher volume of gas from the fermentation of non-fibrous carbohydrates (28 mL) and fibrous carbohydrates (64 mL), fermentation rates for non-fibrous carbohydrates (0.058 %.h⁻¹) and fibrous carbohydrates (0.017 %.h⁻¹), lag time (5h) and total gas production (94 mL.g⁻¹ DM). The density of 10,000 plants.ha⁻¹ in the rainy season provided fodder with the lowest volume of gases produced by the degradation of non-fibrous carbohydrates, while the cutting frequency of 150 days in the rainy season resulted in fodder with the highest nutritional value.

Keywords: bromatological composition; carbohydrate and protein fractionation; gas production; native legume; plant spacing.

1. INTRODUÇÃO

As pastagens nativas e cultivadas são as principais fontes alimentares para a nutrição e produção de ruminantes, bem como a utilização de leguminosas é uma alternativa alimentar proteica de baixo custo (BRAGA et al., 2020). Plantas nativas da Caatinga, como por exemplo as leguminosas, apresentam potencial forrageiro, além de teores de proteína bruta alto. Entretanto, parte do nitrogênio está ligado à fibra, levando à redução da digestibilidade (SANTOS et al., 2023).

A sazonalidade da produção de forragem, com maior crescimento durante a estação chuvosa, resulta no aumento da massa de forragem verde. Com isso, há maior teor de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca (MWANGI et al., 2021). Todavia, na época seca predominam forragens fibrosas, pobres em nitrogênio (N) e com baixa digestibilidade (SUYBENG et al., 2019).

Visando mais eficiência e sustentabilidade nos sistemas de produção animal, algumas estratégias podem ser adotadas. Entre elas está o aumento do valor nutritivo da dieta por meio

da introdução de leguminosas forrageiras (SANTOS et al., 2017). Além disso, a incorporação de leguminosas na dieta dos ruminantes tem se tornado uma ferramenta para a redução na produção CH₄ por quilo de matéria seca, quando comparada com dietas unicamente de gramíneas tropicais (DINI et al., 2017).

As leguminosas podem manter seu valor nutricional por um período mais prolongado, permitindo sua utilização na alimentação animal mesmo durante a estação seca quando, comumente, as gramíneas forrageiras já estão senescentes e apresentam baixo valor nutricional (KUCHENMEISTER et al., 2013).

Apesar das leguminosas apresentarem menor produtividade, esse fator é compensado pelo seu valor nutritivo e pelos benefícios que proporcionam para a dieta, pois possuem maior teor de proteína ao serem comparadas às gramíneas tropicais, resultando em reduções nas emissões de CH₄, por meio das alterações na fermentação ruminal (ENRIQUEZ-HIDALGO et al., 2020).

Além disso, leguminosas geralmente possuem taninos condensados na sua composição que, dependendo da concentração, podem proporcionar benefícios aos ruminantes, incluindo uso eficiente de proteínas ingeridas (efeito *by-pass*) e supressão de parasitos gastrointestinais (OLIVEIRA et al., 2022).

Espécies do gênero *Desmanthus*, presentes em abundância nos trópicos, são bem adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas e conseguem sobreviver e persistir em condições adversas (MWANGI et al., 2021), além de apresentarem potencial forrageiro (DINIZ et al., 2021).

A qualidade da forragem pode ser influenciada por inúmeros fatores, como as condições ambientais e práticas de manejo, bem como pela maturidade da planta (GAVIRIA-URIBE et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2022). A densidade de plantio e a frequência de colheita constituem práticas importantes no estabelecimento e manejo de uma espécie forrageira, apresentando efeitos cruciais na taxa de rebrota e qualidade da forragem.

A densidade de plantio é um dos aspectos de manejo que determina a eficiência do uso da terra, luz, água e nutrientes (KUMALASARI et al., 2017), enquanto a frequência de colheita pode alterar a qualidade por meio da redução na digestibilidade, devido ao aumento na proporção de caule, celulose e lignina, acompanhada de aumento na concentração de fibras e diminuição na proteína bruta e carboidratos prontamente digestíveis (ERGON et al., 2017).

Em estudo avaliando o valor nutritivo de acessos de *Desmanthus* sp., Queiroz (2016), utilizando densidade de 20.000 plantas.ha⁻¹, constatou que o acesso 7G, colhido com intervalo

de 75 dias, apresentou nas folhas teores de matéria seca (393,03 g.kg⁻¹ MN), proteína bruta (210,5 g.kg⁻¹ MS) e digestibilidade da matéria seca (614,3 g.kg⁻¹ MS). Diniz et al. (2021), com a mesma densidade de plantio e frequência de colheita, encontraram nas folhas maiores teores de matéria seca (458,4 g.kg⁻¹ MN), proteína bruta (235,1 g.kg⁻¹ MS) e menor digestibilidade da matéria seca (429,5 g.kg⁻¹ MS).

Com densidade de plantio maior (40.000 plantas.ha⁻¹), Ferreira (2021) avaliou os acessos 7G realizando frequência de colheitas a cada 84 dias. Ele encontrou teores de proteína bruta (133,7 g.kg⁻¹ MS); teor fibroso (608,3 g.kg⁻¹ MS de FDN; 517 g.kg⁻¹ MS de FDA), lignina (152,1 g.kg⁻¹ MS) e digestibilidade (325,55 g.kg⁻¹ MS). Medeiros (2021), em experimento similar, com mesma densidade de plantio e frequência de colheita, encontrou forragem com maior valor nutritivo em relação aos maiores teores de proteína bruta (168,8 g.kg⁻¹) e digestibilidade (433,1 g.kg⁻¹ MS), assim como menor teor fibroso (597,8 g.kg⁻¹ FDN e 447,5 g.kg⁻¹ FDA), lignina (145,6 g.kg⁻¹) e fração proteica B1+ B2 (43% PB).

Do mesmo modo, Sales-Silva et al. (2023) estudaram Jureminha (*D. pernambucanus* (L.) Thellung), Estilosantes cv. Campo Grande (*Stylosantes macrocephala*) a Cunhã (*Clitoria Ternatea*) sob densidade de plantio 40.000 plantas.ha⁻¹, manejadas com duas frequências de corte (60 e 90 dias), na Zona da Mata de Pernambuco. Encontraram as seguintes concentrações de proteína bruta (209 e 211 g.kg⁻¹MS), fibra em detergente neutro (446 e 500 g.kg⁻¹MS) e FDA (502 e 499 g.kg⁻¹MS), digestibilidade da matéria seca (462 e 437 g.kg⁻¹) e taninos condensados nas folhas (230 e 376 mg TC g⁻¹.planta), nas frequências de colheita 60 e 90 dias, respectivamente.

O método de produção de gás *in vitro* permite a estimativa de parâmetros da cinética digestiva ruminal dos carboidratos fibrosos e não fibrosos (SCHOFIELD et al., 1994). Longo et al. (2012) utilizaram a fermentação ruminal *in vitro* para avaliar espécies de leguminosas forrageiras tropicais, *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), *Mucuna* preta (*Stylobium aterrimum* L., *Stylobium deeringianum*) e *Sabia* (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) comparado com feno de *Cynodon* spp. Foi observado que a produção de gás foi menor para *Mimosa caesalpiniaefolia* (36,3mL) e maior para *Leucaena* (67,7mL) e *Stylobium aterrimum* (69,9mL). De modo geral, todas as leguminosas, exceto *Mimosa caesalpiniaefolia*, foram mais extensivamente degradadas que o feno de capim *Cynodon* (40,2mL).

A hipótese testada foi a de que a densidade de plantio, frequência de colheita e época de colheita podem melhorar o valor nutritivo e a cinética ruminal da forragem produzida pela Jureminha (*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung). Dessa forma, objetivou-se avaliar o

efeito de distintas densidades de plantio e frequências de colheita em Jureminha sobre o valor nutritivo e a cinética ruminal, em diferentes épocas de colheita.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local do experimento, tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no período de abril de 2021 a abril 2024, na Estação Experimental de Cana-de-açúcar da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada em Carpina-PE, região subtropical úmida de Pernambuco. O tipo climático é As', caracterizado como tropical seco segundo a classificação de Köppen, (SILVA et al., 2014), com precipitação média histórica de 1.100 mm ano⁻¹, temperatura em torno de 24,6°C, latitude 7°51'S, longitude 35°14'W e 180 m de altitude.

Foi realizado o preparo do solo da área experimental por meio de gradagem, sendo o solo classificado de acordo com o Sistema brasileiro de classificação de solos (SANTOS et al., 2018) como Argissolo amarelo Distrocoeso e de textura franco arenosa. A fertilidade do solo foi analisada em laboratório do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Brasil, apresentando na camada de 0-20 cm de profundidade densidade de 1,20 g cm⁻³, umidade do solo de 8,19% e as seguintes características químicas: pH (H₂O) 4,7; P (Mehlich⁻¹) = 19 mg.dm⁻³; K = 0,27 cmolc.dm⁻³; Na = 0,045 cmolc.dm⁻³; Ca = 2,65 cmolc.dm⁻³; Mg = 1,90 cmolc.dm⁻³; Al = 0,20 cmolc.dm⁻³; soma de bases = 3,82 cmolc.dm⁻³; CTC= 5,02 cmolc.dm⁻³; V= 76,09 % e matéria orgânica = 2,77 g.kg⁻¹.

De acordo com a análise química do solo, foi realizada a adubação de formação seguindo as exigências da cultura da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (CAVALCANTI, 2008). As quantidades aplicadas foram 50 e 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, e K₂O, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram densidades de plantio de 40.000, 15.625 e 10.000 plantas.ha⁻¹, sob espaçamentos de 0,5 m x 0,5 m; 0,8 m x 0,8 m e 1,0 m x 1,0 m, respectivamente, e frequências de colheita (90 e 150 dias). As densidades de plantio foram alocadas nas parcelas principais e as frequências de colheita nas subparcelas. A área experimental continha 748 m², com subparcela de 16 m² e parcela principal de 32 m².

2.2 Estabelecimento do experimento e coletas

Utilizou-se sementes do acesso 7G de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung, coletada no município de Santa Cruz do Capibaribe (Queiroz, 2012), Pernambuco (classificado pelo herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco, IPA, Fomento Internacional do Brasil

LTDA, FIB, nº02/2012). Antes da semeadura, foi realizada escarificação das sementes por imersão em solução de ácido sulfúrico (COOK et al., 2021). As mudas foram plantadas em sacos plásticos e implantadas na área experimental (setembro/2020). Em consequência dos baixos índices pluviométricos no período de estabelecimento do campo experimental, as plantas foram irrigadas com aspersão por três meses após o plantio, sendo realizadas capinas e uso de formicida.

Em abril/2021 (200 dias após o transplântio), no início da época chuvosa, foi realizado o corte de uniformização a 20 cm do solo. Foram realizadas três colheitas com frequência de 90 dias (julho; período chuvoso, outubro/ 2021, e janeiro/2022; período seco), e duas colheitas com frequência de 150 dias (setembro/2021; período chuvoso e fevereiro/2022; período seco), mantendo a altura de colheita de 20 cm.

Os períodos secos e chuvosos foram considerados, conforme a ocorrência e frequência de balanço hídrico ao longo do período experimental (Figura 1).

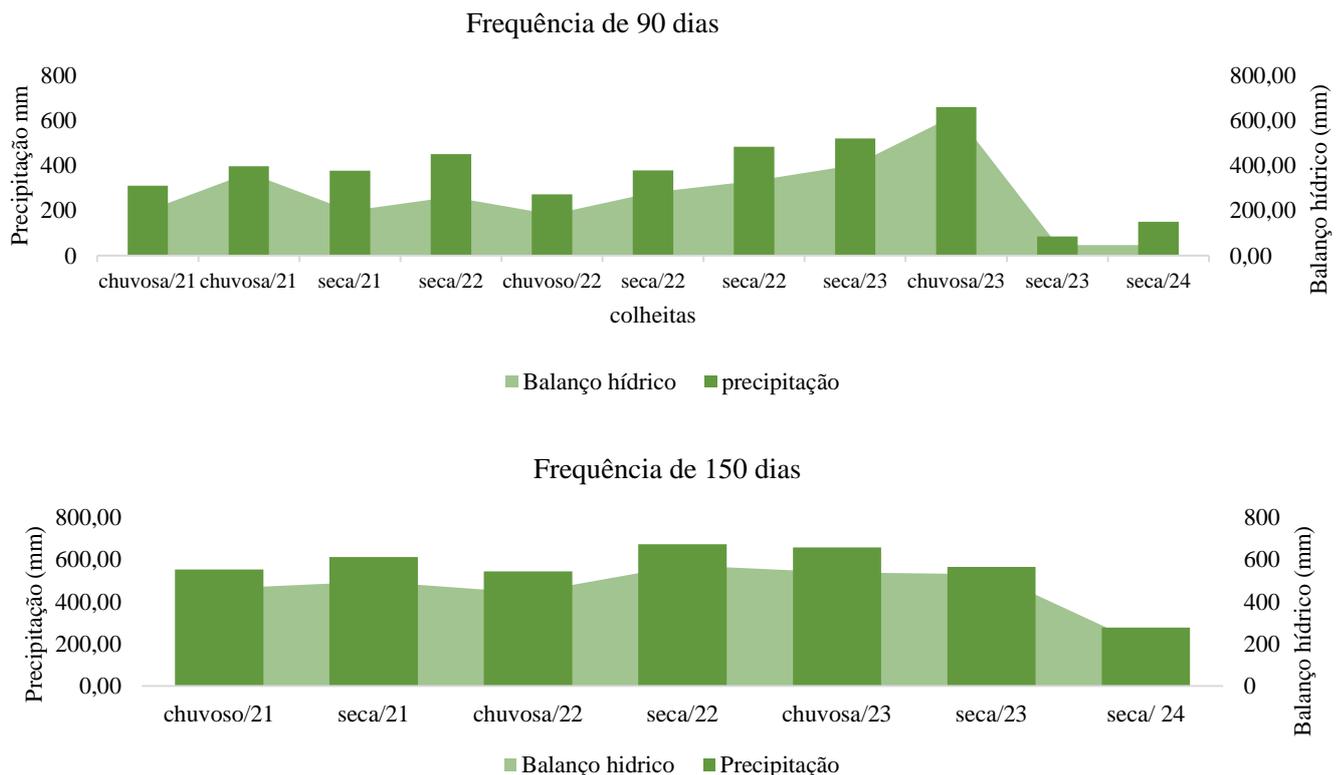


Figura 1. Precipitação pluviométrica e balanço hídrico no período de abril de 2021 a abril de 2024, na Estação Experimental Cana-de-açúcar, Carpina-PE (EECAC/UFRPE).

Dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação obtidos junto à Estação Experimental Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC) e à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC 2024).

Em cada subparcela foram coletadas três plantas centrais, pesadas imediatamente para obtenção da massa fresca e, posteriormente, o material vegetal (excluindo-se as vagens) que foi submetido a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, até atingir peso constante e, em seguida, moído em partículas de 1 mm (moinho Willey, MA-340).

2.3 Valor nutritivo

As análises referentes ao valor nutritivo da forragem foram realizadas nos laboratórios de Nutrição Animal Prof. Silvio Parente Viana e de Forragicultura Prof. Iderval Farias, ambos no Departamento de Zootecnia da UFRPE.

Os procedimentos descritos pela Association of Official Agricultural Chemists International (AOAC, 2019) foram utilizados para a determinação dos teores de matéria seca (MS; 934,01), matéria mineral (MM; 942,05), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB; 954,01) e lignina (973,18). Fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foram obtidas segundo metodologia proposta por Van Soest, Robertson e Lewis (1991) e adaptada por Senger et al. (2008) quanto à utilização de autoclave com temperatura de 110 °C, por 40 minutos. A lignina (LIG) foi determinada pelo tratamento do resíduo da FDA com ácido sulfúrico a 72% (Van Soest et al., 1991). As frações de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) foram estimadas pelas equações I e II:

$$CEL = FDA - LIG \text{ (Eq. I)}$$

$$HEM = FDN - FDA \text{ (Eq. II)}$$

2.4 Fracionamento de carboidratos e proteínas

O fracionamento de carboidratos foi realizado conforme Sniffen et al. (1992). Os carboidratos totais foram calculados pela seguinte equação III:

$$CT (\% MS) = 100 - (PB + EE + MM). \text{ (Eq. III)}$$

Os carboidratos não fibrosos (CNF), correspondentes às frações A + B1 (carboidratos não fibrosos e de rápida fermentação ruminal, como os açúcares solúveis, amido e pectina), foram estimados por meio da equação IV:

$$A + B1 = CHO - FDN_{cp} \text{ (Eq. IV)}$$

A fração C (fibra indigestível) foi obtida pela equação V:

$$C = FDN * 0,01 * LIG * 2,4. \text{ (Eq.V)}$$

A fração B2 (fibra digestível) foi obtida pela diferença entre o FDN_{cp} e a fração C.

O fracionamento da proteína foi obtido seguindo metodologia descrita por Licitra et al (1996). Os teores de nitrogênio não proteico correspondem à fração A, à fração B3 e à diferença

entre os nitrogênios insolúveis em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), enquanto a fração C é considerada como o NIDA.

A fração B1+B2 foi obtida através da equação VI:

$$B1 + B2 = 100 - (A + B3 + C). \text{ (Eq. VI)}$$

2.5 Digestibilidade *in vitro*

A análise da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada segundo Tilley e Terry (1963), com as modificações propostas por Holden (1999) por meio da incubação *in vitro* das amostras em sacos de TNT (tecido não tecido, com gramatura de 100 g m⁻²), com a solução tampão proposta por McDougall (1948) e inóculo ruminal (obtido a partir de amostras compostas das frações sólida e líquida do conteúdo ruminal de bovino adulto fistulado no rúmen) na DAISYII Incubator (ANKOM[®] Technology). Após 48 horas de incubação, 40 mL de solução de HCl (6N) e 8g de pepsina foram adicionados a cada frasco e, após o período de incubação de 24 horas, os sacos contendo os resíduos foram lavados e secos em estufa a 105 °C, até peso constante, depois pesados para cálculo da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

O procedimento de coleta de líquido ruminal foi conduzido de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Comitê de Ética no uso de animais para pesquisa da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, sob o número de licença 002/2020 e número de processo 23082.024923/2019-16.

2.6 Determinação de metabólitos secundários

A análise foi realizada no Laboratório Biologia Molecular Aplicada à Produção Animal-BIOPA. A purificação dos taninos condensados (TC) e curva-padrão foram preparados a partir do material vegetal de cada espécie, segundo Wolfe et al. (2008). Assim, em vez de um padrão universal, os valores apresentados foram baseados nas concentrações verdadeiras de TC por espécie.

Proteínas precipitadas por fenóis (PPP) foram determinadas de acordo com a metodologia de Hagerman e Butler (1978) e fenóis totais (FT) foram obtidos do mesmo extrato bruto de planta. A leitura foi feita igual à análise de PPP.

2.7 Análise da cinética ruminal

As análises da cinética ruminal foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) localizado no Centro Laboratorial de Apoio à Pesquisa de Garanhuns (CENLAG) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Para a análise da cinética ruminal, incubou-se 1 g de amostra em frascos de vidro (160 mL), juntamente com 90 mL de meio nutritivo de Goering e Van Soest (1970), e 10 mL de inóculo ruminal de bovino, que foram adicionados em cada frasco sob aspensão de CO₂. Como controle, foram utilizados frascos contendo somente o meio nutritivo e o inóculo ruminal. Em seguida, os frascos foram selados com tampas de borrachas e lacres de alumínio e incubados em estufa de circulação de ar com temperatura constante de 39 °C, realizando-se agitações manuais dos frascos após cada medição.

O líquido ruminal foi coletado em bovino com fistula ruminal e foi transportado para o laboratório em garrafa térmica pré-aquecida com água destilada a 39°C. O inóculo foi filtrado em dupla camada de tecido, sob aspensão de CO₂, e então adicionados nos frascos com amostras e meio nutritivo.

A medição da pressão nos frascos foi aferida com o uso do transdutor de pressão (Datalogger Universal Logger AG100 – Agricer), como proposto por Theodorou et al. (1994). A produção cumulativa de gases foi estimada por meio da mensuração da pressão dos gases produzidos no decorrer do processo fermentativo, utilizando-se transdutor de pressão nos tempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 60 e 72h pós incubação.

Os dados foram obtidos em psi (libra-força por polegada quadrada) e convertidos em volume de gás (V) produzidos durante a incubação pela equação $V = 5,1612 * \text{psi} - 0,3017$, $R^2 = 0,9873$, a partir de 937 observações e considerando as coordenadas geográficas do local de incubação (-8° 90'77 "S, -36° 49'49" W, altitude 844 metros) (MAGALHÃES et al., 2019), ponderando de acordo com a equação que 1 psi = 4,859 mL de gases. Os frascos-controle sem adição de substrato foram utilizados para realizar a subtração do total de volume de gás produzido por cada amostra, em cada leitura de pressão.

Para a determinação dos parâmetros de produção de gás, foi utilizado o modelo logístico bicompartimental (Eq. VII) (SCHOFIELD et al., 1994):

$$V_t = V_{f1} [1 - e^{-k_1(t-\lambda)}] + V_{f2} [1 - e^{-k_2(t-\lambda)}] + \varepsilon \quad (\text{Eq. VII})$$

Em que, V_{t1} = volume (mL) total observado, V_{t2} = volume (mL) total encontrado a partir do modelo, V_{f1} = volume de gases produzido pela degradação da fração B2 do Sistema de Cornell (CF), V_{f2} = volume de gases produzido pela degradação da fração A+B1 do Sistema

de Cornell (CNF), de rápida fermentação, de lenta degradação, k_1 = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração B2 (CF), k_2 = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração A+B1 (CNF), t = tempo de fermentação, λ = Lag time, e = exponencial e ε = erro experimental associado à cada observação.

2.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e suas pressuposições com auxílio do PROC MIXED do SAS[®] OnDemand for Academic Students (SAS INSTITUTE INC., 2014). Para fins da análise estatística, os dados foram analisados considerando um modelo estatístico em parcelas subdivididas, com as densidades de plantio na parcela, a frequência de colheita na subparcela e a época do ano na subsubparcela. Foram considerados como efeito fixo as densidades de plantio, frequências de colheita e época de colheita e suas interações. Os efeitos de bloco, ano de avaliação e os erros experimentais foram considerados aleatórios. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ou Teste F, à 5% de probabilidade. Assim, o modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + A_l + B_m + \varepsilon_{ijklm} \text{ (Eq. VIII)}$$

Em que: Y_{ijklm} é a variável resposta; μ é a média geral; α_i é o efeito do i -ésimo nível de densidade de plantio; β_j é o efeito do j -ésimo nível de frequência de colheita; γ_k é o efeito do k -ésimo nível de época do ano; $(\alpha\beta)_{ij}$ é a interação entre densidade de plantio e frequência de colheita; $(\alpha\gamma)_{ik}$ é a interação entre densidade de plantio e época do ano; $(\beta\gamma)_{jk}$ é a interação entre frequência de colheita e época do ano; $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ é a interação entre densidade de plantio, frequência de colheita e época do ano; A_l é o efeito aleatório do l -ésimo ano; B_m é o efeito aleatório do m -ésimo bloco experimental; ε_{ijklm} é o erro aleatório associado à observação $ijklm$ no bloco lm .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados

3.1.1 Valor nutritivo

A frequência de colheita (Tabela 1) e a densidade de plantio (Tabela 2) aplicadas à Jureminha não afetaram o valor nutritivo da forragem produzida nas condições da Zona da Mata Norte de Pernambuco.

Tabela 1. Valor nutritivo da forragem da Jureminha, em função da frequência de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável (g.kg ⁻¹ de MS)	Frequência de colheita		Média	EPM	P
	(Dias)				
	90 dias	150 dias			
Matéria seca*	365	371	368	14,5	0,7371
Material mineral	58	41	49	7,9	0,1881
Proteína bruta	218	172	195	23,1	0,1969
Fibra em detergente neutro	575	565	570	22,7	0,7449
Fibra em detergente ácido	194	301	248	46,1	0,1134
Fibra em detergente neutro corrigido cinzas e proteínas	502	523	512,5	21,9	0,4794
Celulose	112	196	154	44,34	0,1264
Hemicelulose	380	264	322	40,3	0,9466
Lignina	83	105	94	8,8	0,0674
Carboidratos totais	725	778	751	37,4	0,3135
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	555	529	542	42,6	0,7334

EPM: Erro padrão da média. * g.kg⁻¹ de MN.

Tabela 2. Valor nutritivo da forragem da Jureminha, em função da densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável (g.kg ⁻¹)	Densidade de plantio			Média	EPM	P
	(Plantas.ha ⁻¹)					
	10.000	15.625	40.000			
Matéria seca*	375	356	372	368	16,8	0,6936
Material mineral	50	50	48	49	9,5	0,9784
Proteína bruta	188	210	187	196	27,9	0,8058
Fibra em detergente neutro	563	588	558	570	26,1	0,6798
Fibra em detergente ácido	218	265	260	248	57,8	0,8225
Fibra em detergente neutro corrigido cinzas e proteínas	513	534	491	513	25,9	0,5051
Celulose	122	179	161	154	55,7	0,7444
Hemicelulose	345	323	298	322	48,7	0,9198
Lignina	96	86	99	94	9,9	0,6298
Carboidratos totais	719	762	76	751	45,1	0,6691
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	550	521	555	542	21,8	0,8942

EPM: Erro padrão da média. * g.kg⁻¹ de MN.

Houve efeito ($p < 0,05$) da época de colheita para os teores de matéria seca, proteína bruta, hemicelulose e carboidratos totais (Tabela 3).

A forragem colhida durante a época seca apresentou maiores teores de matéria seca (391 g.kg⁻¹ MN), hemicelulose (331 g.kg⁻¹MS) e carboidratos totais (786 g.kg⁻¹MS), em relação às colhidas na época chuvosa. Já o teor de proteína bruta da forragem, tendeu a reduzir na época considera mais seca, apresentando uma diminuição de 166 g.kg⁻¹, em comparação com a forragem colhida na época chuvosa do ano (Tabela 3).

Tabela 3. Valor nutritivo da forragem da Jureminha, em função da época de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável (g.kg ⁻¹)	Época de colheita		Média	EPM	P
	Chuvosa	Seca			
Matéria seca*	345b	391a	368	13,1	0,0114
Material mineral	52	47	49	5,9	0,2035
Proteína bruta	213a	177b	195	17,3	0,0065
Fibra em detergente neutro	565	575	570	21,1	0,7276
Fibra em detergente ácido	252	244	248	36	0,7520
Fibra em detergente neutro corrigido cinzas e proteínas	494	531	512,5	20,2	0,2228
Celulose	163	146	155	34,8	0,7488
Hemicelulose	313b	331a	322	30,4	0,0027
Lignina	89	98	94	7,9	0,4075
Carboidratos totais	717b	786a	752	28,1	0,0007
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	520	564	542	30,3	0,0670

Segundo o teste F ($p>0,05$), médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si. EPM: Erro padrão da média. * g.kg⁻¹ de MN.

Foi observado efeito ($p<0,05$) da interação frequência e épocas de colheitas (Tabela 4) para matéria seca e fibra em detergente neutro da forragem, sendo observado no período seco e frequência de colheita de 90 dias valores de 407 g.kg⁻¹ de MN e 614 g.kg⁻¹ de MS. Quando a Jureminha foi submetida a colheitas menos frequentes (150 dias) tanto na época chuvosa quanto na seca não apresentou diferença para os teores de matéria seca e fibra em detergente neutro.

Tabela 4. Matéria seca e Fibra em detergente neutro da Jureminha, em função da interação entre as épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Época de colheita	Frequência de colheita (Dias)		Média	EPM	P
	90	150			
Matéria seca (g.kg ⁻¹ de MN)					
Chuvosa	323aB	367aA	368	5,17	0,0359
Seca	407aA	375aA			
Fibra em detergente neutro (g.kg ⁻¹ de MS)					
Chuvosa	535aB	594aA	570	28,71	0,0228
Seca	614aA	535aA			

Segundo o teste Tukey ($p>0,05$), médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si.

EPM: Erro padrão da média. * g.kg⁻¹ de MN.

3.1.2 Fracionamento dos carboidratos

Não foi observado efeito das frequências de colheita, das épocas de colheitas e das densidades de plantio ($p>0,05$) sob as frações do carboidrato da forragem de Jureminha (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Fracionamento de carboidratos da Jureminha em função das épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Frações (g.kg ⁻¹ CT)	Época de colheita		EPM	P	Frequência de colheita (dias)		EPM	P
	Chuvosa	Seca			90	150		
	A+B1	260			238	19,7		
B2	527	496	18,9	0,1954	557	530	17,4	0,8922
C	213	238	12,2	0,2518	173	205	11,3	0,1182

EPM: Erro padrão da média.

Tabela 6. Fracionamento de carboidratos da Jureminha em função das densidades de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Frações (g.kg ⁻¹ CT)	Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)			EPM	P
	10.000	15.625	40.000		
A+B1	298	226	276	25,4	0,3217
B2	509	590	532	22,1	0,2555
C	193	184	136	14,3	0,8797

EPM: Erro padrão da média.

3.1.3 Fracionamento de proteínas

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) do fator densidade de plantio, frequência de colheita sobre as frações da proteína da Jureminha (Tabelas 7 e 8). Épocas do ano influenciaram significativamente as frações da proteína, sendo a fração B1+B2 maior na época chuvosa, enquanto a fração A e C foram menores durante essa mesma época.

Tabela 7. Fracionamento de proteína da Jureminha, em função das épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Frações (g.kg ⁻¹ PB)	Época de colheita		EPM	P	Frequência de colheita (dias)		EPM	P
	Chuvosa	Seca			90	150		
A	337b	397a	23,6	0,0021	330	378	31,8	0,3872
B1+B2	513a	428b	36,7	0,0028	518	423	51	0,1833
B3	69	83	15	0,2453	88	65	20,4	0,093
C	80b	99a	15,7	0,0238	65	112	21,7	0,103

Segundo o teste F ($p>0,05$), os valores seguidos de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si.

EPM: Erro padrão da média.

Tabela 8. Fracionamento de proteína da Jureminha, em função da densidade de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Frações (g.kg ⁻¹ PB)	Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)			EPM	P
	10.000	15.625	40.000		
A	381	365	346	38,5	0,7370
B1+B2	457	466	488	61,4	0,9406
B3	69	75	84	23,9	0,8213
C	98	94	82	24,7	0,9068

EPM: Erro padrão da média.

3.1.4 Metabolitos secundários

Não houve efeito significativo nas concentrações de taninos condensados e fenóis totais da Jureminha com relação às plantas cultivadas sob distintas densidades de plantio, épocas do ano e frequências de colheita (Tabelas 9 e10).

Tabela 9. Concentração de taninos condensados e fenóis totais da Jureminha, em função das épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável (mg.g ⁻¹ planta)	Época de colheita		EPM	P	Frequência de colheita (dias)		EPM	P
	Chuvosa	Seca			90	150		
Fenóis totais	221	250	11	0,0747	202	270	12	<.0001

EPM: Erro padrão da média.

Tabela 10. Concentração de taninos condensados e fenóis totais da Jureminha, em função das densidades de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável (mg.g ⁻¹ planta)	Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)			EPM	P
	10.000	15.625	40.000		
Taninos condensados	191	186	190	14	0,9512
Fenóis totais	232	243	233	14	0,8189

EPM: Erro padrão da média.

3.1.5 Cinética ruminal

Não houve efeito isolado significativo ($p > 0,05$) da densidade de plantio (Tabela 11) sob os parâmetros da cinética ruminal da Jureminha. De forma geral, a densidade de plantio mais adensada (40 mil plantas ha^{-1}) reduziu o volume de gás produzido tanto para os carboidratos fibrosos (56 mL) quando para os não fibrosos (21 mL), como também para a produção total de gás (79 mL.g^{-1} MS).

Tabela 11. Cinética ruminal da Jureminha, em função das densidades de plantio, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Variável	Densidade de plantio (plantas. ha^{-1})			Média	EPM	P
	10.000	15.625	40.000			
Volume de gás dos carboidratos não fibrosos (mL)	25	28	21	25	2,25	0,1231
Taxa dos carboidratos não fibrosos ($\%.\text{h}^{-1}$)	0,064	0,040	0,054	0,05	0,018	0,5589
Volume de gás dos carboidratos fibrosos (mL)	57	61	56	58	6,29	0,8546
Taxa dos carboidratos fibrosos ($\%.\text{h}^{-1}$)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,003	0,6491
Lag time (h)	5	5	5	5	0,77	0,8751
Produção total de gás (mL.g^{-1} MS)	84	86	79	83	8,12	0,8455

EPM: Erro padrão da média.

Observou-se interação significativa ($P < 0,05$) entre época de colheita x frequência de colheita para o volume de gás e a taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos, volume de gás e a taxa de degradação dos carboidratos fibrosos, o lag time e a produção total de gases (Tabela 12).

O volume de gás produzido pela fermentação dos carboidratos não fibrosos foi 44% maior quando a forragem foi colhida aos 90 dias de intervalo durante a época seca, enquanto para a forragem colhida na frequência de 150 dias, observou-se redução de 20% na época seca. Em relação à taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos, apresentou o mesmo comportamento do volume de gás dos carboidratos não fibrosos. Foi verificada menor taxa quando manejada sob frequência de colheita mais intensa (90 dias) durante a época chuvosa

(Tabela 12), demonstrando que quando colhida com mais frequência, a jureminha tende a ser menos degradada no rúmen.

Tabela 12. Cinética ruminal da Jureminha, em função da interação entre as épocas de colheita e frequências de colheita, Carpina, Pernambuco, Brasil.

Época de colheita	Frequência de colheita (Dias)		Média	EPM	P
	90	150			
Volume de gás dos carboidratos não fibrosos (mL)					
Chuvosa	18bB	28aA	23	2,28	<.0001
Seca	31aA	22bA	27		
Média	25	25			
Taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (%.h ⁻¹)					
Chuvosa	0,036 aB	0,058 aA	0,047	0,014	0,0204
Seca	0,064 aA	0,051 aA	0,056		
Média	0,05	0,055			
Volume de gás dos carboidratos fibrosos (mL)					
Chuvosa	51aB	64 aA	57	6,22	<.0001
Seca	76 aA	42 bB	59		
Média	63	53			
Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (%.h ⁻¹)					
Chuvosa	0,016 aB	0,017 aA	0,0165	0,003	0,0250
Seca	0,022 aA	0,017 aA	0,0195		
Média	0,019	0,017			
Lag time (h)					
Chuvosa	4 aB	5 aA	4,5	0,64	0,0022
Seca	6 aA	5 aA	5,5		
Média	5	5			
Produção total de gás (mL.g ⁻¹ MS)					
Chuvosa	66bB	94 aA	80	7,39	<.0001
Seca	105aA	67bB	86		
Média	85	80			

Segundo o teste Tukey ($p > 0,05$), os valores seguidos de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si.

EPM: Erro padrão da média.

A frequência de colheita aos 90 dias resultou em forragem com maior volume de gás pela fermentação de carboidratos fibrosos, com diferença de aproximadamente 33% entre as épocas seca e chuvosa (Tabela 12). A frequência de colheita aos 90 dias apresentou maior volume durante o período seco (76 mL), enquanto a frequência aos 150 dias apresentou maior volume no período chuvoso (64 mL).

Para a taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (Tabela 12), na colheita aos 150 dias não se observou diferença entre as épocas de colheita. Por outro lado, houve diferenças significativas entre as épocas aos 90 dias de intervalo entre cortes, observando-se maior taxa de degradação de carboidratos fibrosos na fermentação durante o período seco (0,022 %·h⁻¹).

O lag time (Tabela 12) da forragem na época chuvosa (4h), para frequência de colheita de 90 dias, foi menor, aqui representado pelo valor de 24,4 % abaixo do lag time obtido na época seca. Quando as colheitas foram menos frequentes, o lag time tendeu a diminuir na frequência de 90 dias (5h) aos 150 dias (5h).

Para a variável produção de gás total, observou-se interação entre frequência de colheita x época de colheita (Tabela 12), tendo o tratamento com frequência de colheita maior (90 dias) no período seco do ano produzido maior volume de gases, correspondendo a 37% acima do volume produzido pela forragem colhida na época chuvosa. Já no tratamento com menor frequência de colheitas (150 dias), o volume total de gás produzido foi maior no período chuvoso do ano. Essa variável é proporcional à produção de gás da fermentação dos carboidratos fibrosos (Tabela 12).

O volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos foi afetado pela interação significativa ($P < 0,05$) entre épocas de colheita x densidade de plantio (Figura 2).

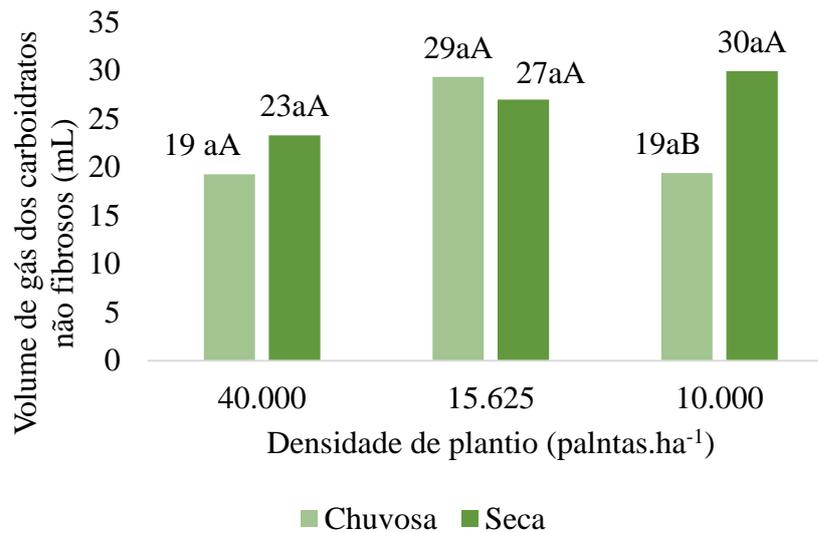


Figura 2. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (mL) da Jureminha, em função das época de colheita e da densidade de plantio ($P = 0,0323$), Erro padrão da média, 2,25.

Letras maiúsculas comparam entre as épocas da colheita e as letras minúsculas entre as densidades de plantio ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Entre as densidades de plantio observou-se, no período chuvoso, a densidade de 10 mil plantas ha⁻¹ (19,29 mL), o que resultou em forragem com menores valores para o volume de gás produzido pela fermentação da fração A+B1 dos carboidratos. Enquanto que as densidades de 40 mil e 15.625 plantas ha⁻¹ não influenciaram as épocas de colheitas (19,29 e 23,32 mL; 29,34 e 27,01 mL, respectivamente).

3.2 Discussão

O valor nutritivo da forragem da Jureminha não foi afetado pelas diferentes densidades de plantio avaliadas, o que mostra uma condição de flexibilidade dessa espécie forrageira frente aos mais diferentes sistemas de cultivo. A ausência de efeito dos fatores estudados sobre os teores de matéria seca, matéria mineral, lignina e na digestibilidade *in vitro* da MS (Tabelas 1 e 2), provavelmente decorreu por se tratar de uma planta C₃, visto que possui elevada produção de fotoassimilados que são sintetizados em tecidos com células que possuem parede delgada e não lignificada, como o mesófilo (VALENTE et al., 2011). Além de menor velocidade de crescimento e forragem mais rapidamente degradada rúmen (TREVISOLI et al., 2024), consequentemente pode resultar em melhor desempenho dos animais, em comparação com as gramíneas tropicais, plantas C₄.

As colheitas realizadas durante a época seca (Tabela 3) proporcionaram alterações na

composição química da forragem colhida, com maiores valores de matéria seca, hemicelulose e carboidratos totais. Para Lee (2018), o valor nutritivo das plantas forrageiras cultivadas em regiões quentes pode ser impulsionado por adaptações fisiológicas e fenológicas para evitar a perda de água, de modo que dependerão da intensidade e duração do déficit hídrico, bem como das potencialidades genéticas das espécies para responder a tais condições (QUEIROZ et al., 2021).

A maior concentração de matéria seca na forragem, quando colhidas da época seca, (Tabelas 3 e 4) indicam o avanço precoce do estágio de maturidade das plantas. Já o período chuvoso proporcionou menor teor de matéria seca, resultante da maior disponibilidade hídrica deste período, bem como do aumento de proteína (Tabela 3, 213 g.kg⁻¹ MS). A maior concentração de carboidratos totais na forragem colhida no período seco pode estar relacionada à disponibilidade de água e à atividade fotossintética menos intensa nessa época, levando à alocação mais eficiente de carboidratos para o tecido, como os ramos (TAIZ et al., 2017).

Tal resultado pode ser relacionado com as taxas morfogênicas, uma vez que as plantas tentem a reduzir seu crescimento, aparecimento e alongamento dos tecidos, como folhas e ramos. Costa (2020) avaliou o *D. pernambucanus* na Mata Norte de Pernambuco e constatou que, na época chuvosa, taxas morfogênicas de aparecimento, alongamento e expansão foliar (0,19 folha.dia⁻¹; 0,041 e 0,020 cm.dia⁻¹, respectivamente) são maiores que às observadas em época seca (0,017 folha.dia⁻¹; 0,003 e -0,008 cm.dia⁻¹, respectivamente). Ressalta-se como uma alteração que pode constituir mecanismo de adaptação da Jureminha à época seca, diminuindo a área foliar (Capítulo 2, Tabela 3) para reduzir a perda de água, como uma resposta fisiológica de sobrevivência.

Essas alterações podem constituir um mecanismo fisiológico de adaptação da planta às condições da época seca, reduzindo a área de superfície transpirante, assim como tende a reduzir a relação folha/ramo, o espessamento da parede celular, maior proporção de epiderme e concentrações de lignina, estando essas respostas interligadas em vista da sobrevivência da planta (KERING et al., 2011).

O elevado teor de umidade da forragem pode causar aumento na taxa de passagem. Silva et al. (2017), trabalhando com espécies nativas da Caatinga, observaram diminuição de 194 g.kg⁻¹ na concentração de matéria seca no período chuvoso. Diniz et al. (2021), trabalhando nas condições da Zona da Mata Norte de Pernambuco, encontraram concentrações maiores do acesso 7G da Jureminha colhidas com 40 e 80 cm de altura do resíduo (458 MS e 235g.kg⁻¹ de PB) e com intervalo de corte de 70 dias.

A frequência de colheita e as épocas de colheita afetaram as concentrações matéria seca e a fibra em detergente neutro (Tabela 4), as quais promoveram mudança do valor nutritivo observada nas concentrações de matéria seca e fibra em detergente neutro, conforme o aumento na frequência entre as colheitas (90 dias). Lemaire e Belanger (2020) afirmam que, à medida que a idade das plantas avança, ocorre aumento nas concentrações de matéria seca e reduz em proporção as concentrações dos constituintes não estruturais, conseqüentemente, reduzindo a qualidade nutricional dos tecidos das plantas.

A frequência de colheita de 90 dias da forragem colhida durante a época seca (Tabela 4) apresentou maior teor de fibra em detergente neutro e menor matéria seca que a encontrada na pesquisa de Diniz et al. (2021), que avaliaram o valor nutritivo do *Desmanthus*, colhida a cada 70 dias, analisando forragem composta por folhas e ramos de até 5 mm e reportaram valores médios de matéria seca de 521 g.kg⁻¹MN, de fibra em detergente neutro 517g.kg⁻¹ MS. Os resultados dessa pesquisa corroboram com os teores encontrados por Ferreira (2021) para o acesso 7G colhido em frequência de 84 dias a altura de 40 cm, principalmente a matéria seca (411,6 g.kg⁻¹ MN), fibra em detergente neutro (608,3 g kg⁻¹ MS). Tal variação deve-se provavelmente ao fato do avanço na idade da planta, podendo haver um certo limite com relação à idade, levando ao aumento na espessura da parede de células do esclerênquima de lâminas foliares (VALENTE et al., 2011).

Os níveis de proteína bruta variaram de 213 a 177 g.kg⁻¹ na forragem colhida na época chuvosa e seca (Tabelas 3), estando esses valores acima dos 60 g.kg⁻¹, considerados por Gaviria-Urbe et al. (2020) como teor mínimo para que não haja restrições ao consumo e produtividade de ruminantes devido à deficiência de proteína.

Medeiros (2021) trabalhou nas mesmas condições edafoclimáticas e com mesmo acesso de *Desmanthus* encontrou respostas diferentes durante a época seca, em que os teores de matéria seca (356,3 g.kg⁻¹MN) foram maiores e a fibra em detergente neutro (568,4 g.kg⁻¹MS) hemicelulose (143,6 g.kg⁻¹MS) foram menores do que os resultados encontrados no presente estudo.

Trabalhando com frequência de colheitas mais intensa de 60 e 90 dias, na Zona da Mata de Pernambuco, Sales-Silva et al. (2023) notaram maiores teores de digestibilidade (DIVMS) nas folhas da Jureminha (754 g.kg⁻¹ MS) em comparação com os ramos (417 g.kg⁻¹MS). Esses valores estão próximos aos encontrados nesta pesquisa, uma vez que nas análises não foram realizadas distinções entre as frações da planta. Outro ponto que pode ser atrelado é a relação folha/ramos, (Capítulo 2, Tabela 3), a qual foi menor na colheitas com maior intervalo (150

dias), de modo a produzir uma forragem com maior quantidade de ramos em detrimento da quantidade de folhas.

Na época seca, a forragem apresentou menor proteína bruta, estando cerca de 10% dessa proteína ligada à fibra (Fração C, Tabela 7), o que a torna indisponível. A alta proporção de N ligada à fibra é característica de algumas leguminosas (SANTOS et al., 2019), a exemplo da *Desmanthus*. Ao passo que se conhece o teor de PB da forragem, é importante avaliar a disponibilidade desta, para não comprometer a eficiência da síntese proteica microbiana no rúmen (SANTOS et al., 2017), uma vez que a proteína pode ser ligada à fibra ou formar complexos com taninos condensados (QUEIROZ et al., 2021).

Deve-se notar que, embora a forragem colhida tenha apresentado valores relativamente elevados de proteína (Tabelas 1 a 3), o fracionamento desta apontou que 9% correspondem à fração C (Tabelas 7 e 8), na medida em que avançou a idade da planta por meio do maior intervalo entre as colheitas (150 dias). A fração C equivale ao nitrogênio indisponível em nível ruminal e intestinal, com proteínas associadas à lignina formando complexos de tanino e de produtos da reação de Maillard, altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática (LICITRA et al., 1996)

Kuchenmeister et al. (2013) ressaltam que a concentração de nutrientes decresce com o avanço da fase reprodutiva da planta, mas de maneira geral as leguminosas apresentam a capacidade de manter essas concentrações por períodos superiores aos das gramíneas.

As plantas apresentaram maiores concentrações de taninos condensados e fenóis totais (Tabela 11), na frequência aos 150 dias na época seca. O que pode ter correlação com as concentrações de lignina, que também é um composto fenólico antinutricional, já que o gênero *Desmanthus* spp. são semiarbusculadas e com estruturas mais lignificadas (CALADO et al., 2016; AZANI, 2017).

Vale ressaltar que os resultados desta pesquisa são menores em relação aos teores encontrados por Ferreira (2021) para o acesso 7G, colhido em frequência de 84 dias, a altura de 40 cm, taninos condensados (411 mg.g^{-1}). O mesmo autor encontrou diferença também entre as épocas de colheita, em que na época chuvosa (4ª colheita) a concentração de taninos condensados foi maior (33 mg.g^{-1}). Enquanto Sales-Silva et al. (2023) estudaram o valor nutritivo da Jureminha manejadas sob diferentes frequências de corte (60 e 90 dias) na época chuvosa na Zona da Mata de Pernambuco. Foi observado nas folhas e ramos, concentração de tanino condensados (376 e 274 mg TC g^{-1} planta) e fenóis totais (490 e 306 mg FT g^{-1} planta), quando colhida aos 90 dias, corroborando com os resultados desta pesquisa.

Queiroz et al. (2016) avaliaram as características nutritivas de acessos de *Desmanthus pernambucanus* (6G, 7G e AusTR) submetidos a dois intervalos de corte (75 ou 120 dias). Encontrou no intervalo de corte de 120 dias, 194,47% maior ligação proteína-tanino (782,7 mg.g⁻¹ de proteína precipitada em fenóis-PPP), em condições edafoclimáticas semelhantes a esse estudo.

Segundo Oliveira et al. (2022), algumas leguminosas nativas arbóreas e arbustivas são caracterizadas por alta concentração de taninos condensados, o que pode impactar negativamente na digestibilidade. Guerreiro et al. (2015) citam as vantagens das plantas arbustivas por fornecerem energia e nutrientes durante os períodos de escassez de pastagens. No entanto, possuem altas concentrações de metabólitos secundários que, devido à sua reconhecida bioatividade, podem ser benéficos para a saúde animal, ou podem limitar a sua utilização como ração. Segundo Falcioni et al. (2020), os compostos fenólicos atuam como agentes antioxidantes para atenuar os efeitos deletérios do estresse oxidativo da planta.

Cavalcanti et al. (2021) encontram compostos fenólicos nas células do colênquima e da epiderme em acessos de *Desmanthus*. Esses podem agir como forma de proteção para as plantas, uma vez que eles têm papel na imunidade contra microrganismos patogênicos e também operam como dissuasivos alimentares, principalmente quando as plantas são usadas em dietas para ruminantes, o que impede a colonização microbiana (DE FRANCA et al., 2010).

Muir et al. (2023) recomendam que animais sejam adaptados gradualmente a dietas contendo alto teor de taninos condensados, de forma que a digestibilidade *in vivo* ou *in vitro* de plantas contendo altos níveis de taninos condensados deve ser medida somente após um período adequado de adaptação do microbioma ruminal do doador de líquido ruminal a forragem específica, uma vez que o microbioma no rúmen que digere material vegetativo alto em taninos condensados, contém mais microrganismos capazes de decompor esses compostos. Fato esse que pode explicar o valor baixo da digestibilidade (Tabelas 1 a 3).

A densidade de plantio não influenciou os parâmetros da cinética ruminal, lag time, o volume de gás produzido pelos carboidratos não fibrosos e fibrosos, taxa de degradação de carboidratos fibrosos e carboidratos não fibrosos e a produção total de gases (Tabela 11), provavelmente pela alta concentração de carboidratos totais de 70%. A Jureminha, em ambas as densidades, apresentou teores elevados de carboidratos solúveis disponíveis para os microrganismos (Tabela 2), não diferenciando a deposição de compostos estruturais, como a lignina, que também não mostrou diferença entre as densidades avaliadas (Tabela 2).

Foram observados menores volumes de gás produzidos pela degradação dos

carboidratos não fibrosos para forragem de plantas submetidas à densidade de plantio de 10 mil plantas por hectare no período chuvoso do ano (19 mL) (Figura 2). Tal resultado pode ter sido ocasionado pela fermentação da proteína solúvel presente em maior quantidade (Tabela 8), que leva à geração de amônia como principal metabólito e influencia no equilíbrio do tampão bicarbonato ao capturar íons H^+ e suprimir a liberação de CO_2 (SOUZA et al., 2021).

Singh et al. (2012) afirmam que o incremento em proteína bruta, nitrogênio não proteico e carboidratos não fibrosos tem efeito de diminuição na produção de gás, pois há diminuição no pH ruminal e favorecimento da produção de propionato. A incubação de alimentos com maiores teores de proteína solúvel gera menor produção de gás (CHEN et al., 2016), de modo que, cada mmol de amônia produzida impede a liberação de 0,87 mmol de gás (GETACHEW et al., 2004).

Os menores volumes de gás produzidos pela degradação dos carboidratos não fibrosos foram observados na forragem colhida aos 90 dias, no período chuvoso do ano (Tabela 12), visto que o maior conteúdo celular na célula vegetal em idades mais jovens é mais rapidamente fermentado no rúmen (TREVISOLI et al., 2024).

A redução no volume de gás dá-se devido ao resultado na criação de ácidos graxos de cadeia curta, como propionato (C_3), oriundo do resultado da estequiometria ruminal da fermentação de carboidratos que não produz dióxido de carbono (LI et al., 2022). De acordo com Singh et al. (2012), os carboidratos de rápida fermentação ruminal são considerados fonte primária de energia para os microrganismos ruminais, em vista da multiplicação celular. Portanto, forragem com baixos teores de carboidratos não fibrosos e baixos teores de pectina e amido proporcionarão menores valores na produção de propionato (GODOI et al., 2024).

Observou-se que a forragem colhida aos 90 dias apresentou menor taxa de degradação de carboidrato não fibroso durante a época chuvosa (Tabela 12). A taxa de degradação reflete a quantidade da fração fibrosa e/ou não fibrosa disponível para os microrganismos ruminais e o tempo necessário para a degradação desta fração. A maior taxa de degradação de carboidrato não fibroso pode indicar maior disponibilidade da energia para os microrganismos ruminais e, conseqüentemente, melhor aproveitamento para o animal (SILVA, 2022). Além disso, os nutrientes solúveis são os substratos utilizados para o crescimento inicial, multiplicação e atuação microbiana no início da fermentação. Quanto maior a disponibilidade de proteínas e carboidratos solúveis no início da fermentação, maior a taxa de degradação dos alimentos (EGER et al., 2018).

A degradação dos carboidratos fibrosos da forragem colhida aos 90 dias na época seca

produziu maior volume de gás (76mL; Tabela 12), o que pode ser explicado em função das grandes proporções de H₂, CO₂ e CH₄ que são produzidos juntamente com o acetato e butirato, principais ácidos graxos de cadeia curta produzidos na fermentação de alimentos fibrosos (BLÜMMEL et al., 2005).

As variações na produção de gás durante o período de fermentação *in vitro* estão de acordo com os estudos de Santoso e Hariadi (2009), que destacaram que os carboidratos lentamente fermentáveis dos alimentos (hemiceluloses e celulose) estão associados com uma maior produção *in vitro* de CH₄, em contraste com alimentos que contêm carboidratos de rápida fermentação, como o amido, que resulta em menores quantidades de gases produzidos durante o período de incubação. Isso foi associado a uma menor relação entre a produção de ácido acético: ácido propiônico.

A taxa de degradação de carboidratos fibrosos foi maior na forragem colhida aos 90 dias na época seca (Tabela 12), sendo essa a relação entre a fração de carboidratos de lenta fermentação que está disponível para a degradação pelos microrganismos ruminais e o tempo que a microbiota degradará essa fração. Tal resultado pode estar associado às quantidades dos componentes fibrosos, como a FDN (Tabela 4), a hemicelulose (Tabela 3), o que leva a diferentes proporções dos gases produzidos durante a fermentação dos substratos.

Além disso, a natureza heterogênea da parede celular, ou seja, o grau de polimerização dos constituintes da parede celular também pode influenciar a taxa de degradação dos carboidratos fibrosos, devido às características químicas da lignina, pelos seus intermediários de síntese, ou pela relação ácido *p*-cumárico:ferúlico, que confere maior estabilidade da lignina com a hemicelulose (MENEZES et al., 2021).

O lag time maior foi observado para forragem colhida na época chuvosa e na frequência de 90 dias (Tabela 12), sendo esse o tempo gasto pelos microrganismos ruminais para aderirem às partículas do alimento. Segundo Campos et al. (2002), o maior lag time para a produção de gás *in vitro* pode estar ligado ao efeito de diluição dos carboidratos não estruturais que, independentemente dos teores, podem mostrar-se mais disponíveis para a atuação microbiana, consequentemente promovendo maior competição por esse substrato, o que pode ter afetado inicialmente o tempo de colonização da parede celular pelas bactérias celulolíticas.

O tempo para a colonização dos microrganismos nos substratos pode sofrer influência de diferentes fatores, incluindo o tipo de inóculo, alimentação do animal doador, ambiente ruminal e manipulação do líquido durante a incubação (SÁ et al., 2011). Segundo Guimarães Júnior et al. (2008), a redução no tempo de colonização pode ser favorecida pela presença de

substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular da amostra.

A maior produção total de gás foi observada para a forragem colhida aos 90 dias no período seco ($105 \text{ mL g}^{-1} \text{ MS}$) (Tabela 12), indicando maior disponibilidade de carboidratos não fibrosos para a fermentação ruminal, corroborando o maior lag time observado para a mesma frequência de colheita.

Nesse sentido, Tomich et al. (2003) afirmam que forrageiras mais fermentáveis ou digestíveis seriam aquelas com maiores valores de volume de gases associados a altas taxas de produção de gases, resultando numa maior fermentação do material e num menor tempo de incubação. Assim, os autores reforçam que os gases produzidos refletem a degradação da amostra testada. A taxa e o potencial máximo de produção de gases são, provavelmente, os principais parâmetros para avaliar a qualidade de forrageiras.

Vandermeulen et al. (2018) estudaram os efeitos na fermentação *in vitro* com fluido ruminal em três espécies de *Desmanthus* (*D. leptophyllus* cv. JCU 1, *D. virgatus* cv. JCU 2 e *D. bicornutus* cv. JCU 4), em comparação com feno de Capim-de-rhodes (*Chloris gayana* Kunth), tendo os *Desmanthus* sido cortados a 10 cm, nas frequências de 51, 189 e 273 dias, correspondendo às seguintes épocas: verão, inverno e primavera. Foi verificado que a espécie de *D. bicornutus*, após 72 h de incubação, independente da época do ano, teve menor produção total de gás ($217,3 \text{ mL/g MO}$), em comparação com as demais espécies, quase o dobro do valor encontrado neste estudo.

Os resultados para os parâmetros da produção de gases encontrados são menores que os achados por Oliveira (2016), que avaliou a produção de gases *in vitro* de espécies nativas da Caatinga e observou que a leguminosa *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret apresentou produção total de gás ($149 \text{ mL.g}^{-1} \text{ MS}$), volume de gás de carboidratos não fibrosos (96 mL), taxa de carboidratos não fibrosos (0,022 % h), taxa de carboidratos fibrosos (0,096 % h), sendo o volume do gás dos carboidratos fibrosos (41mL) e lag time (1 h) menor que os resultados encontrados na presente pesquisa.

Os teores de matéria seca, proteína bruta, hemicelulose, fibra em detergente neutro, as frações A, B1+B2 e C da proteína e os parâmetros da cinética ruminal da forragem da Jureminha foram afetados pelos fatores estudados, revelando que o manejo no cultivo dessa espécie forrageira pode promover alterações nutricionais, principalmente em decorrência das mudanças climáticas e o aumento do intervalo de colheitas. A Jureminha cultivada em condições de

sequeiro, em região tropical subúmida no norte de Pernambuco, pode constituir um suplemento proteico para ruminantes.

4. CONCLUSÕES

A densidade de plantio não promove alteração no valor nutritivo da Jureminha.

A densidade de 10.000 plantas ha⁻¹ na época chuvosa propicia forragem da Jureminha de mais rápida degradação dos carboidratos não fibrosos no rúmen, levando a diminuir o volume de gases produzidos.

A frequência de colheita de 150 dias resulta em forragem com melhores teores de matéria seca, fibra em detergente neutro, a fração A e B1+B2 da proteína, e os parâmetros da cinética ruminal, os quais demonstram maior disponibilidade de nutrientes em nível de rúmen.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - **Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis.** 21st ed. USA: AOAC International, 2019. 3290 p.
- AKIN, D. E.; RIGSBY, L. Structure and digestibility of tissues in normal and brown midrib pearl millet (*Pennisetum glaucum*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.56, p.523-538, 1991. DOI:10.1016/0377-8401(93)90085-X
- AZANI, N. et al. A new subfamily classification of the *Leguminosae* based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, p. 44-77, 2017. DOI: 10.12705/661.3
- BLÜMMEL, M.; GIVENS, D. I.; MOSS, A. R. Comparison of methane produced by straw fed sheep in open-circuit respiration with methane predicted by fermentation characteristics measured by an *in vitro* gas procedure. **Animal Feed Science Technology**, v.123, p.379–390, 2005. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2005.06.001
- BRAGA, G.J. et al. Liveweight gain of beef cattle in *Brachiaria brizantha* pastures and mixtures with *Stylosanthes guianensis* in the Brazilian savannah. **Grass Forage Science**, v. 75, n.2, p.1–10, 2020. DOI: 10.1111/gfs.12473
- CALADO, T.B. et al. Morphology and productivity of “Jureminha” genotypes (*Desmanthus* spp.) under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, p. 742-752, 2016. DOI: 10.1590/1983-21252016v29n326rc
- CAMPOS, F.P.D. et al. Degradabilidade do Capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método *in vitro*/gás. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 217-225, 2002. DOI: 10.1590/S0103-90162002000200003

- CAVALCANTI, H.S. et al. Leaf anatomy in genotypes of *Desmanthus* genus. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p.e418101623776, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i16.23776
- CAVALCANTI, F.J.A. Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3ª edição revisada. Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, 2008. 212p.
- CHEN, C.; LEE, T. T.; YU, B. Improving the prediction of methane production determined by *in vitro* gas technique for ruminants. **Annals of Animal Science**, v.16, p.565-584, 2016. DOI:10.1515/aoas-2015-0078
- COSTA, M.N.F. **Caracterização morfológica e estrutural de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung sob diferentes densidades de plantio e altura de colheita**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 51f. 2020.
- COOK, B. et al. (**Tropical Forages: an interactive selection tool** – Digital ISBN 978958694234-8. Disponível em:<http://tropicalforages.info/text/entities/desmanthus_pernambucanus.htm>. Acesso em: abril de 2024.
- DE FRANCA, A. et al. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.2, p.131–138, 2010. DOI: 10.4025/actascianimsci.v32i2.8800
- DINI, Y. et al. Using highly nutritious pastures to mitigate enteric methane emissions from cattle grazing systems in South America. **Animal Production Science**, v.58, n.12, p.2329-2334, 2017. DOI: 10.1071/AN16803
- DINIZ, W.P.S. et al. Morphological, productive, and nutritional characterization of *Desmanthus* spp. accessions under different cutting intensities. **Agroforestry Systems**, v.95, p.571–581, 2021. DOI: 10.1007/s10457-021-00609-7
- EGER, M. et al. Application of Mootral TM reduces methane production by altering the archaea community in the rumen simulation technique. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 1-15, 2018. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02094
- ENRIQUEZ-HIDALGO, D. et al. Incorporating a fresh mixed annual ryegrass and berseem clover forage into the winter diet of dairy cows resulted in reduced milk yield, but reduced nitrogen excretion and reduced methane yield. **Frontiers in Veterinary Science**, v.7, p.935, 2020. DOI: 10.3389/fvets.2020.576944
- ERGON, A. et al. Species interactions in a grassland mixture under low nitrogen fertilization

and two cutting frequencies. II. Nutritional quality. **Grass and Forage Science**, v.72, p. 333-342, 2017. DOI:10.1111/gfs.12257.

FALCIONI, R. et al. High resolution leaf spectral signature as a tool for foliar pigment estimation displaying potential for species differentiation. **Journal of Plant Physiology**, v.249, p.153161, 2020. DOI:10.1016/j.jplph.2020.153161

FERREIRA, M.L.S. **Caracterização de acessos de *Desmanthus* em resposta à adubação fosfatada**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 47f. 2021.

GAVIRIA-URIBE, X. et al. Nutritional quality, voluntary intake and enteric methane emissions of diets based on novel Cayman grass and its associations with two *Leucaena* shrub legumes. **Frontiers in Veterinary Science**, v.7, p. 764, 2020. DOI: 10.3389/fvets.2020.579189

GETACHEW, G. et al. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.111, p. 57–71, 2004. DOI:10.1016/S0377-8401(03)00217-7

GODOI, P.F.A. et al. Chemical properties, ruminal Fermentation, Gas Production and Digestibility of Silages Composed of Spineless Cactus and Tropical Forage Plants for Sheep Feeding. **Animals**, v.14, p.552, 2024. DOI: 10.3390/ani14040552

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

GUERREIRO, O. et al. Potential of *Cistus ladanifer* L. (rockrose) in small ruminant diets – effect of season and plant age on chemical composition, *in vitro* digestibility and antioxidant activity. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 3, p. 437-447, 2015. DOI:10.1111/gfs.12188

GUIMARÃES JUNIOR, R. et al. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milheto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 1174-1180, 2008. DOI: 10.1590/S0102-09352008000500020

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 26, p. 809-812, 1978. DOI: 10.1021/jf60218a027

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3.

KUCHENMEISTER, K. et al. Influence of drought stress on nutritive value of perennial forage legumes. **International Journal of Plant Production Inter**, v.7, p.693-710, 2013.

- KUMALASARI, N.R. et al. Plant growth pattern, forage yield, and quality of *Indigofera zollingeriana* influenced by row spacing. **Media Peternakan**, v.40, n.1, p.14-19, 2017. DOI: 10.5398/medpet.2017.40.1.14
- KERING, M.K. et al. Effect of nitrogen fertilizer rate and harvest season on forage yield, quality, and macronutrient concentrations in midland Bermuda grass. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.42, n.16, p.1958-1971, 2011. DOI: 10.1080/00103624.2011.591470
- LEE, M.A. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. **Journal of Plant Research**, v.131, n.4, p.641-654, 2018. DOI: 10.1007/s10265-018-1024-y
- LEMAIRE, G. BELANGER, G. Allometries in plants as drivers of forage nutritive value: a review. **Agriculture**, v.10, n.1, p.5, 2020. DOI:10.3390/agriculture10010005
- LI, M.M. et al Effects of acetate, propionate, and pH on volatile fatty acid thermodynamics in continuous cultures of ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, v.105, p.8879–8897, 2022. DOI: 10.3168/jds.2022-22084
- LICITRA, G.; HERNANDEZ T.M.; VAN SOEST P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996. DOI: 10.1016/0377-8401(95)00837-3
- LONGO, C. et al. Chemical characterization and in vitro biological activity of four tropical legumes, *Stylobium aterrimum L.*, *Stylobium deeringianum*, *Leucaena leucocephala* and *Mimosa caesalpiniaefolia*, as compared to a tropical grass, *Cynodon* spp for the use in ruminant diets. **Czech Journal of Animal Science**, v.57, n.6, p.255-264, 2012. DOI:10.17221/5960-CJAS
- MAGALHÃES, A.L.R. et al. Chemical and mineral composition, kinetics of degradation and in vitro Gas Production of Native Cactus. **Journal of Agricultural Studies**, v. 7, n. 4, p. 119-137, 2019. DOI:10.5296/jas.v7i4.15315
- MCDOUGALL, E.I. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, v.43, p.99-109, 1948.
- MEDEIROS, A.S. **Morfologia, produtividade e valor nutritivo de Jureminha em resposta à densidade de plantio e altura de colheita**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 88 f., 2021.
- MENEZES, R.A. et al. Lignina: caracterização, efeito e manipulação na nutrição de ruminantes, **Nutritime**, v.18, n.4, 2021.

- MUIR, J.P. et al. **Taninos em plantas forrageiras**. In: Pastagens tropicais: Dos fundamentos ao uso sustentável. Editora: Santos, M.V.F, Visconde do Rio Branco-MG 2023, p. 468.
- MUIR, J.P. et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciência Agraria**, v.14, p.1-12, 2019. DOI.10.5039/agraria.v14i2a5648.
- MWANGI, F.W. et al. Growth performance and plasma metabolites of grazing beef cattle backgrounded on *Buffel* or *Buffel-Desmanthus* mixed pastures. **Animal**, v.11, p.2355, 2021. DOI:10.3390/ani11082355
- OLIVEIRA, O.F. et al. Condensed tannins bioactivity and nutritional value of *Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud. under sheep grazing and different forage allowances. **Biochemical systematics and Ecology**, v.100, p.104359, 2022. DOI: 10.1016/j.bse.2021.104359
- OLIVEIRA, L.P. **Atributos químico-bromatológicos, cinética de degradação e produção de gases de espécies arbóreas da Caatinga com potencial forrageiro**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016. 75 f.
- QUEIROZ, I.V. et al. Respostas na biomassa e químicas de acessos de *Desmanthus* spp. submetidos a privação de água. **Revista Caatinga**, v.34, n.4, p.937-944, 2021. DOI: 10.1590/1983-21252021v34n421rc
- QUEIROZ, I.V. **Variabilidade genética e caracterização morfológica, produtiva e qualitativa de acessos de *Desmanthus***. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 167p, 2016.
- QUEIROZ, I.V. **Ocorrência e germinação de sementes de *Desmanthus* sp. coletadas no semiárido pernambucano**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. 80p.
- SÁ, J.F.D. et al. Cinética da fermentação in vitro do capim-Marandu em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 225-231, 2011. DOI: 10.4025/actascianimsci.v33i3.9462
- SALES-SILVA, T. B. et al. The growth habits of tropical legumes affect the nutritive herbage value more than harvesting frequency. **Crop and Pasture Science**, v.1, n.1, 2023. DOI: 10.1071/CP23109
- SANTOS, H.G. et al. (2018) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 356p.
- SANTOS, K.C. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**, v.195, n.1, p.118-124, 2017. DOI:10.1016/j.livsci.2016.12.002
- SANTOS, M.V.F. et al. Native shrub-tree legumes of tropical America with potential for

domestication. **Legume**, v.17, p.33-35, 2019.

SANTOSO B.; HARIADI, B. T. Evaluation of nutritive value and *in vitro* methane production of feedstuffs from agricultural and food industry by products. **Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v.34, p.189-195, 2009. DOI:10.14710/jitaa.34.3.189-195

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 2980-2991, 1994. DOI:10.2527/1994.72112980x

SENGER, C.C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, n.1-2, p.169-174, 2008. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008

SILVA, A.O. et al. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. **Irriga**, p.46-60, 2014. DOI: 10.15809/irriga.2014v19n1p46

SILVA, M.J.S. et al. Influence of the period of year on the chemical composition and digestibility of pasture and fodder selected by goats in caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, p.402-416, 2017. DOI: 10.1590/S1519-99402017000300001

SILVA, N.V. **Aspectos morfológicos e cinética de produção de gás *in vitro* de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes submetidos a duas frequências de colheita**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife. 64 f., 2022

SINGH, S. et al. In vitro ruminal fermentation, protein and carbohydrate fractionation, methane production and prediction of twelve commonly used Indian green forages. **Animal Feed Science and Technology**, v. 178, p. 2-11, 2012. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2012.08.019

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, R.T.A. et al. Dwarf and tall elephant grass genotypes under irrigation as forage sources for ruminants: herbage accumulation and nutritive value. **Animals**, v. 11, p. 2392, 2021. DOI: 10.3390/ani11082392

SUYBENG, B. et al. Methane emissions and the use of *Desmanthus* in beef cattle production in northern Australia. **Animal**, v.9, n.8, p.542, 2019. DOI:10.3390/ani9080542

THEODOROU, M.K. et al. Simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p. 185-197, 1994. DOI: 10.1016/0377-8401(94)90171-6

- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888p.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Grass and Forage Science**, v.18, n.2, p.104-111, 1963. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x
- TOMICICH, T.R. et al. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 747-755, 2003. DOI:10.1590/S0102-09352003000600012
- TREVISOLI, F. C.A., et al. Fracionamento de proteínas e carboidratos das silagens de milho forrageiro com adição de casca de soja. **Observatório de La Economía Latinoamericana** v.22 n.4, p. e3998-e3998, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n4-006
- VALENTE, T.N.P. et al. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, n.3, p. 347-358, 2011.
- VALENTE, T. N. P. et al. Anatomical differences among forage with respect to nutrient availability for ruminants in the tropics: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 1585-1592, 2016. DOI:10.5897/AJAR2016.10828
- VANDERMEULEN, S. et al. *In vitro* assessment of ruminal fermentation, digestibility and methane production of three species of *Desmanthus* for application in northern Australian grazing systems. **Crop and Pasture Science**, v.69, n.8, p.797-807, 2018.
- ZUBIETA, Á.S. et al Does grazing management provide opportunities to mitigate methane emissions by ruminants in pastoral ecosystems? **Science of the Total Environment**, v.754, p.142029, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.142029
- VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- WOLFE, R. M.; TERRILL, T. H.; MUIR, J. P. Drying method and origin of standard affect condensed tannin (CT) concentrations in perennial herbaceous legumes using simplified butanol-HCl CT analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 1060-1067, 2008. DOI:10.1002/jsfa.3188